

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA



**UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA**



**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA**

**“Diseño de una vivienda inteligente.
Desarrollo de los proyectos de ICT,
domótica y WIFI.”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:
Alfredo Francés Galiana

Director/es:
D. José Marín-Roig Ramón

GANDIA, Octubre 2013

1. MEMORIA

Índice de la Memoria

1. MEMORIA.....	2
Índice de la Memoria.....	3
1 Antecedentes y Motivaciones.....	5
2 Objetivo y alcance del documento.....	6
3 Introducción.....	7
4 Proyecto Técnico.....	9
4.1 Datos Generales.....	10
4.1.1 Datos del Promotor.....	10
4.1.2 Descripción del Edificio.....	10
4.1.3 Aplicación de la ley de propiedad horizontal.....	11
4.1.4 Objetivo del proyecto técnico.....	11
4.2 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES.....	14
4.3 Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales.....	14
4.3.2 Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite.....	34
4.3.3 Acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público.....	44
4.3.4 Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de banda a ancha.....	53
4.3.5 Canalización e infraestructura de distribución.....	56
4.4 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA DOMÓTICA EN EL EDIFICIO.....	71
4.4.2 Arquitectura de un sistema domótico.....	74
4.4.3 Sistema KNX.....	76
4.4.4 Objetivo del proyecto.....	81
4.4.5 Componentes de la instalación:.....	83
4.4.6 Infraestructura necesaria.....	88

4.5	ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INTALACIÓN WIFI EN EL EDIFICIO	94
4.5.1	Propósito de este apartado	94
4.5.2	Introducción.....	94
4.5.3	Topología de la red.....	103
4.5.4	Elementos necesarios en la red.....	104
4.5.5	Estructura de distribución de la red	105
5	BIBLIOGRAFÍA	107

1 Antecedentes y Motivaciones

Partiendo de la oportunidad que se me ha ofrecido de diseñar una ICT (infraestructura común de telecomunicación) para una vivienda personal, he aprovechado la ocasión para estudiar la vivienda de una amiga que va a construir una casa en el casco urbano en el pueblo de Bocairent (provincia de Valencia). La casa que se desea diseñar es una casa de tres plantas con garaje y un local comercial situado en la primera planta. Esta casa dispondrá de instalación de radio, televisión terrestre y satélite, instalación de telecomunicaciones para los servicios de telefonía y de banda ancha, y una pequeña instalación de las infraestructuras que dan soporte al hogar digital. Esta pequeña instalación, la propietaria de la vivienda quiere que tenga cámaras de seguridad, control de temperatura, que las persianas puedan subir y bajar dependiendo del tiempo que haga en el exterior, dispositivos que avisen cuando ocurra un incendio o una inundación, sensores que iluminen ciertas estancias cuando se acceda a éstas... Además, se ha pedido diseñar la instalación para que la vivienda disponga de internet mediante conexiones inalámbricas, con la dificultad de que la vivienda consta de 3 plantas y no llega buena señal a todas las dependencias con un router común.

En lo personal, esta oportunidad me ofrece la posibilidad de profundizar en un campo de trabajo relacionado a lo estudiado, ya que la elaboración de una ICT, es uno de los trabajos que podemos diseñar y firmar los ingenieros técnicos de telecomunicaciones. Este proyecto me ofrece el reto de enfrentarme a un caso real del diseño de una instalación, además de poder ayudar a una amiga en la instalación de su casa e investigar en posibles incorporaciones futuras a la casa.

También me motiva el hecho de diseñar la instalación domótica de la vivienda, ya que actualmente es un campo que se está expandiendo y cada vez se están construyendo más casas domóticas. Éste campo es un campo totalmente desconocido para mí, ya que durante mis estudios no he visto como es una casa con estas características y no he tenido el privilegio de acceder al interior de una vivienda con estas características.

2 Objetivo y alcance del documento

Los objetivos del PROYECTO son:

- Conocer los pasos a realizar para hacer una ICT.
- Analizar y estudiar todos los dispositivos que componen una infraestructura de telecomunicaciones y entender las características de cada uno de ellos.
- Estudiar cómo se distribuye dentro de la vivienda cada dispositivo.
- Entender mediante un caso práctico toda la legislación y toda la documentación necesaria para elaborar dicho documento.
- Conocer los niveles característicos que se piden dentro de una instalación de telecomunicaciones.
- Conocer las partes de una casa domótica.
- Saber que es realmente una casa domótica y porque también se le suele llamar casa inteligente.
- Saber elegir según cálculos, la colocación y el dispositivo necesario según las características de éstos y de la vivienda.

3 Introducción

Como su nombre indica ICT significa “Infraestructura Común de Telecomunicaciones” es el conjunto de sistemas de captación y de adaptación de señales radioeléctricas para su disposición en viviendas o en locales [1]. Es decir, son las instalaciones necesarias para captar, adaptar y distribuir a las viviendas y locales, señales de radio y televisión terrestre y satélite, así como servicios telefónico básico y de telecomunicaciones de banda ancha [2].

El proyecto de la ICT acompañará al proyecto arquitectónico del edificio que se desea construir. El Real Decreto ley 1/1998 establece que no se concederá autorización para la construcción de nuevos edificios o rehabilitación integral de los existentes si al Proyecto de Edificación no se acompaña el Proyecto Técnico de ICT. Dicho Proyecto Técnico debe estar firmado por ingeniero de telecomunicación o ingeniero técnico de telecomunicación de la especialidad correspondiente. Los edificios de viviendas y oficinas ya construidos con anterioridad al Real Decreto ley 1/1998, deben disponer de estas infraestructuras siempre que el número de antenas individuales o colectivas instaladas sea superior a un tercio de las viviendas y locales del edificio o cuando lo decida una Comunidad de Propietarios de acuerdo a lo establecido en la ley de Propiedad Horizontal. El coste de la infraestructura ha de ser asumido por los dueños de las antenas o por la Comunidad de Propietarios. Su realización se incluirá en el presupuesto de la obra [2].

No en todas las edificaciones se debe presentar la documentación de una ICT, sino solo en aquellas construcciones de más de una vivienda, rehabilitadas o de nueva construcción, que se acojan a la Ley de Propiedad Horizontal. Esto se refiere a aquellas promociones que comportan zonas comunes por donde discurran las canalizaciones y que dispongan de infraestructuras comunes para el acceso desde las viviendas a los servicios de telecomunicación. Una ICT puede ser firmada por todos aquellos Ingenieros o Ingenieros técnicos en telecomunicaciones con la especialidad correspondiente ya estén colegiados o no en un colegio de ingenieros.

Cuando se ha finalizado el proyecto técnico de ICT del edificio, dicho documento se debe presentar en el ayuntamiento junto al proyecto arquitectónico según el Real Decreto-Ley 1/98 Artículo 3. También, este documento ha de ser presentado en la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones (Real Decreto-Ley 279/99 Artículo 8) tanto en formato de papel como soporte informático. Una vez presentado, la instalación puede ser

inspeccionada cuando la autoridad competente lo considere oportuno. Una copia también debe ser dada al promotor de la obra y a la comunidad o propietario del edificio cuando ésta se haya construido.

Por otro lado se debe diferenciar entre el encargado de hacer la ICT (ingeniero) y el instalador de dicho proyecto. No todo personal puede instalar el proyecto, sino solamente aquellas empresas instaladoras que se encuentren inscritas en el Registro de Empresas Instaladoras de Telecomunicación de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y que tengan contratado un seguro de la responsabilidad civil que cubra los posibles desperfectos que puedan causar a consecuencia de la instalación. Estas empresas realizarán la instrucción según el proyecto técnico de ICT y expedirán el Boletín de Instalación y el Protocolo de Pruebas correspondientes [3].

4 Proyecto Técnico

Proyecto técnico de infraestructuras comunes de telecomunicación

Descripción	Proyecto Técnico de Infraestructuras Comunes de Telecomunicación para la edificación:		
	Nº plantas: 4	Nº viviendas: 1	Nº locales/oficinas: 1
Situación	Tipo vía: Calle	Nombre vía: Obispo Miró nº15	
	Localidad: Bocairent		
	Código postal: 46880	Provincia: Valencia	
	Coordenadas Geográficas (grados, minutos, segundos):	38.7665 ° N	-0.611 ° E / O
Promotor	Nombre o Razón Social: XXXXXX		
	NIF: XXXXX		
	Dirección: XXXXX	Tipo vía: XXXXXX	
		Nombre vía: XXXXXX	
	Población: XXXXXX		
	Código postal: XXXXX	Provincia: XXXXXX	
	Teléfono: XXXXXX	Fax: XXXXXX	
Autor del Proyecto Técnico	Apellidos y Nombre: Francés Galiana, Alfredo		
	Titulación: Ingeniero Técnico de Telecomunicación, esp. Sistemas de Telecomunicaciones		
	Dirección: C/Cervantes nº10 pta: 16	Tipo vía: Calle	
		Nombre vía: Cervantes	
	Localidad: Bocairent		
	Municipio: Bocairent	Código postal: 48660	
	Provincia: Valencia	Teléfono: 650020871	
	Fax:	Correo electrónico: alfraga@epsq.upv.es	
Verificado y visado por:	Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones		
Fecha de presentación	Bocairent, Septiembre 2013		

4.1 Datos Generales

4.1.1 Datos del Promotor

- Nombre o razón social: _____S.A.
- NIF: xx.xxx.xxx-y
- Dirección: C/ _____
- CP: 46730
- Población: Gandía
- Provincia: Valencia
- FAX: xxx xx xx xx

4.1.2 Descripción del Edificio

El edificio a construir está situado en la calle Bisbe Miró n ° 15 del casco urbano de Bocairent, provincia de Valencia. Dicho edificio, de un solo bloque, tiene acceso peatonal, a través de la C/Obispo Miro, y un acceso rodado desde la C. Sant Roc, únicamente para aparcamiento de coches en garaje, no existiendo comunicación interior entre ambas plantas. En el Plano número 3.1. se puede observar la situación de la vivienda.

El conjunto se desarrolla de la siguiente manera:

- 1 Vivienda. Con acceso desde la C. Obispo Miro, distribuida en la planta 1a, 2a y 3a. Un único zaguán y con un núcleo de comunicación vertical escalera sin ascensor. Se permite el acceso directo a cubierta, donde se dispone una terraza de dimensiones reducidas, para albergar las instalaciones de telecomunicaciones.
- 2 plazas de garaje más un trastero. En la planta sótano desde la C. Obispo Miró, (ó planta baja desde la C. San Roc). Con ventilación e iluminación a los frentes de la fachada.
- 1 local comercial, situado en la planta baja a nivel de la C.Obispo Miró.

Cada uno de los pisos tiene una sola escalera interior que da acceso a las diferentes plantas del propio edificio, excepto a la planta del garaje y trasteros que no está comunicada interiormente con el resto del edificio. Las dependencias correspondiente a las diferentes plantas de la vivienda, se muestra en la tabla siguiente, teniendo en cuenta

que en cada planta se encuentra el hueco perteneciente a la escalera para acceder a las diferentes plantas:

VIVIENDA	Salón	Cocina	Baño	Dormitorio	Estudio	Vestidor	Galería	Terraza
1a Planta	1	1	1	-	-	-	-	-
2a Planta	-	-	1	2	1	1	-	-
3a Planta	-	-	-	1	1	-	1	1

El local comercial, situado en la planta baja, con acceso desde la vivienda y desde la zona exterior de la calle, es de una altura solamente, y tiene un pequeño baño en el interior de este. Además, en esta planta está situado el entrador que da acceso a la primera planta con un pequeño recibidor y la escalera perteneciente.

El acceso al conjunto de plazas de garaje y trasteros, se desarrolla por dos accesos diferentes, ya sea a “pie llano” a través de la rampa muy suave para vehículos y a través de acceso peatonal, con acceso desde la C. Sant Roc.

La estructura y distribución detallada del edificio se encuentra representada en el apartado “PLANOS” de este proyecto.

4.1.3 Aplicación de la ley de propiedad horizontal

La edificación descrita en el apartado anterior estará acogida al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de Julio, de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de Abril, sobre todo a lo dicho en los Artículos 2,13 y 20.

No se prevé en esta la instalación de esta ICT la utilización de elementos comunes con otros inmuebles.

4.1.4 Objetivo del proyecto técnico

El objetivo de este proyecto técnico, es justificar mediante los correspondientes cálculos, detallar y especificar, todos y cada uno de los elementos componentes de la Infraestructura Común de Telecomunicaciones, con la que deberá ser dotado el edificio descrito en el apartado anterior, así como el conjunto de la misma y su instalación.

Además, se debe dar cumplimiento al Real Decreto-ley 1/1.998 de 27 de Febrero sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones y establecer los condicionantes técnicos que debe cumplir la instalación de ICT, de acuerdo con el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, relativo al Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y a la Orden CTE/1296/2003 del Ministerio de Ciencia y Tecnología de 14 de Mayo de 2003 que desarrolla el citado Reglamento, y a la Orden ITC 346/2011, de 11 de marzo, por la que se modifican determinados aspectos administrativos y técnicos de las infraestructuras comunes de telecomunicación en el interior de los edificios, para garantizar a los usuarios la calidad óptima de los diferentes servicios de telecomunicación, mediante la adecuada distribución de las señales de televisión terrestre y de telefonía, así como la previsión para incorporar la televisión por satélite y los servicios de telecomunicaciones de banda ancha, adecuándose a las características particulares de las viviendas.

Así mismo se dará cumplimiento a la LEY 10/2005, de 14 de junio (BOE 15/06/2005), de medidas urgentes para el impulso de la Televisión Digital Terrestre, de liberalización de la televisión por cable y de fomento del pluralismo.

La infraestructura común de telecomunicaciones consta de los elementos necesarios para satisfacer inicialmente las siguientes funciones:

- a) La captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrestre y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales, y la distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite hasta los citados puntos de conexión. Las señales de radiodifusión sonora y de televisión terrestre susceptibles de ser captadas, adaptadas y distribuidas serán las contempladas en los apartados 4.1.6 y 4.1.7 del Anexo I del citado Reglamento, difundidas por las entidades habilitadas dentro del ámbito territorial correspondiente.
- b) Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y a los servicios que se puedan prestar a través de dicho acceso, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.

- c) Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI) y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones que se pretendan prestar por infraestructuras diferentes a las utilizadas para el acceso a los servicios contemplados en el apartado b) anterior, en adelante y a los solos efectos del presente reglamento, servicios de telecomunicaciones de banda ancha, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.

La ICT está sustentada por la infraestructura de canalizaciones dimensionada según el Anexo IV del R.D. 401/2003 que garantiza la posibilidad de incorporación de nuevos servicios que puedan surgir en un próximo futuro. Se ha establecido un plan de frecuencias para la distribución de las señales de televisión y radiodifusión terrestre de las entidades con título habilitante que, sin manipulación ni conversión de frecuencias, permita la distribución de señales no contempladas en la instalación inicial por los canales previstos, de forma que no se afecten los servicios existentes y se respeten los canales destinados a otros servicios que puedan incorporarse en un futuro. La desaparición de la TV analógica y la incorporación de la TV digital terrestre conllevará el uso de las frecuencias 195.0 MHz a 223.0 MHz. (C8 a C11, BIII) y 470 a 862 MHz. (C21 a C69, BIV y BV), que se destinarán con carácter prioritario, para la distribución de señales de radiodifusión sonora digital y televisión digital terrestre.

4.2 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES

4.3 Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrenales

4.3.1.1 Consideraciones sobre el diseño

Una vez realizada la toma de datos de los niveles de intensidad de campo presentes en el emplazamiento, y después de realizar los pertinentes cálculos preliminares con los datos de la edificación, se ha determinado que la ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales, de la que será dotada la edificación descrita en el apartado 1.1.B de este proyecto, esté dividida en dos instalaciones independientes cada una de ellas formadas por:

- Elementos de captación
- Equipamientos de cabecera
- Red (de distribución, de dispersión y de usuario)

Es de notar en este punto, que la ICT es única para el conjunto del edificio ya que vamos a considerar que tanto la vivienda como el local comercial comparten elementos comunes de infraestructuras de telecomunicación en la planta. La separación de las instalaciones del edificio en dos ICT no aportaría ninguna mejora técnica, en cuanto a calidad de ninguno de los servicios prestados, incrementando, eso si, el coste de de su realización de forma innecesaria. Al ser un edificio pequeño no necesitará demasiados amplificadores de señal para que llegue la señal en todas las plantas de la vivienda y del local comercial. Los canales serán amplificados en cabecera mediante amplificadores monocanales con objeto de evitar la intermodulación entre ellos. Su figura de ruido, ganancia y nivel máximo de salida se han seleccionado para garantizar en las tomas de usuarios los niveles de calidad exigidos por el R.D. 401/2003. Con objeto de reducir el volumen, peso y coste de la cabecera terrestre, los cuatro canales adyacentes del servicio DAB y los cuatro digitales más elevados, también adyacentes, serán amplificados mediante sendos amplificadores de grupo.

Las redes de distribución y dispersión se han diseñado para obtener el mayor equilibrio posible entre las distintas tomas de usuario con los elementos de red establecidos en el correspondiente apartado del pliego de condiciones.

Aunque según el RD 401/2003 Anexo I se podría aplicar la alternativa b) del punto 3.5.1, al objeto de obtener un mejor equilibrio en los niveles de señal en todas las tomas de usuario instaladas inicialmente o bien por ampliación posterior, las redes de TV se han diseñado con una estructura en estrella colocando a la salida del PAU un distribuidor de tantas vías como estancias (sin incluir baños y trasteros) existen en la vivienda.

Los elementos de captación de ambas instalaciones de la ICT de radiodifusión sonora y televisión terrenales se han ubicado en la cubierta del edificio en los emplazamientos que figuran en el Plano 3.7. Su dimensionamiento se ha realizado teniendo en cuenta los niveles de intensidad de campo de las señales recibidas, la orientación para la recepción de las mismas y el posible rechazo a señales interferentes, así como la mejora de la relación señal-ruido en ambas instalaciones y los posibles obstáculos y reflexiones que pudieran producirse en edificios colindantes.

Las señales captadas por las distintas antenas de los servicios de radiodifusión sonora y televisión terrenales, en cada una de las instalaciones, llegan mediante los correspondientes cables coaxiales a través de los pasa-muros pertinentes, hasta los equipos de cabecera que están en el interior de los recintos de instalaciones de telecomunicación RITU en la planta bajo cubierta. El emplazamiento de dichas instalaciones está indicado en el Plano 3.6.

Cada una de las dos salidas de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales obtenidas después de ser tratadas (amplificadas) por los elementos de cabecera, es mezclada con cada una de las dos señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite. Esta operación de mezcla es realizada por el mezclador adecuado, ya que este estará dotado de los pertinentes elementos de mezcla. De esta forma la cabecera entrega a la red de distribución dos salidas coaxiales, en las cuales están presentes las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales, y una señal de FI de radiodifusión sonora y televisión por satélite.

La señal procedente de las dos salidas coaxiales con las señales Terr.+SAT, es dividida por un distribuidor de dos vías y bajas pérdidas, de forma tal que la red de distribución que pasa por la canalización principal, está constituida por dos cables coaxiales con las señales citadas anteriormente. En los registros secundarios de cada una

de las plantas del edificio, las señales de ambos cables coaxiales pasan por los correspondientes derivadores de dos vías, puntos donde comienza la red de dispersión. Así pues, la red de dispersión comienza en los derivadores sitos en cada uno de los registros secundarios de planta, y termina en los Puntos de Acceso de Usuario (PAU), que están alojados en el interior del registro de terminación de red de tanto la vivienda como del local. La red de dispersión está formada por los cables coaxiales que transportan las señales Terr.+SAT provenientes de los derivadores de planta. Dichos cables coaxiales se conectan ambos al PAU, y es en este punto donde el usuario de forma manual, selecciona una de ellas para su paso hacia la red interior de usuario.

La estructura del conjunto de las redes de distribución y dispersión es así una estructura en árbol-rama. Los elementos que componen dicha estructura así como la interconexión entre los mismos, pueden encontrarse de forma más detallada en el Plano 3.6 y en el Plano 3.7, donde están los esquemas de principio de las instalaciones de radiodifusión sonora y televisión para ambas instalaciones de la ICT. Para el funcionamiento adecuado de las redes de distribución y dispersión, todas las tomas de derivadores, distribuidores y PAU no utilizadas, serán terminadas con cargas resistivas de 75 Ohmios de impedancia.

4.3.1.2 Señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales que se reciben en el emplazamiento de la antena.

En el emplazamiento de las antenas se reciben los programas, indicados a continuación, procedentes todos ellos de entidades con título habilitante, así como los valores de señal que se han evaluado a la salida de las antenas. No se recibe ningún de entidad sin título habilitante, no existiendo, por tanto, canales interferentes. En función del nivel de señal medido en la zona de emplazamiento del edificio objeto del Proyecto, para los programas terrestres que se reciben en el citado emplazamiento y aplicando las correcciones oportunas, en función de la altura prevista para la ubicación de las antenas, de 16,275m, y la ganancia de las antenas seleccionadas, se prevén unos valores de señales en los canales a distribuir reflejados en la tabla siguiente, según los datos proporcionados por el Gobierno de España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en el pueblo de Bocairén [4].

Denominación	Canal	Frecuencia Portadora (Mhz)	S.entrada(dBuV) (valores típicos)
Canal Nacional (TVE HD, TDP, Radio Clásica HQ, Radio 3, canal Ingeniería)	22	Central: 482 Mhz	70
Canal Autónomico (Canal 9 HD, Canal 9, Nou 2, Nou 24, Ràdio 9, Sí Ràdio)	28	Central: 530 Mhz	70
Canal Nacional (Boing, Telecinco HD, Paramount Channel, MTV)	40	Central: 626 Mhz	70
Canal Nacional (Nitro, Antena 3 HD, Marca TV, 13 TV, Orbyt TV, cope, Radio María, Onda Cero, Europa FM, Onda Melodía)	43	Central: 650 Mhz	70
Canal Nacional (Xplora, laSexta3, laSexta HD, Cuatro HD, Energy)	46	Central: 674 Mhz	70
Canal Autónomico (Canal 9, Nou 24, TV Mediterráneo, Metropolitan TV, Ràdio 9, Sí Ràdio)	57	Central: 762 Mhz	70
Canal Nacional (La 1, la 2, 24 h, Clan, Radio Nacional, Radio 5 información)	58	Central: 770 Mhz	70
Canal Nacional (Cuatro, Divinity, Nueve, laSexta)	67	Central: 842 Mhz	70
Canal Nacional (Telecinco, LaSiete, FDF, Disney Channel, Intereconomía, Radio Intereconomía, esRadio, Radio Inter, ABC Punto Radio)	68	Central: 850 Mhz	70
Canal Nacional (Antena 3, Neox, Nova, Discovery MAX, AXN, Radio Marca, Vaughan Radio)	69	Central: 858 Mhz	70
FM	Canales en la banda de 87.5 a 108 Mhz		70(Valor típico)
DAB	Canales en la banda de 195 a 223 Mhz		55(Valor típico)

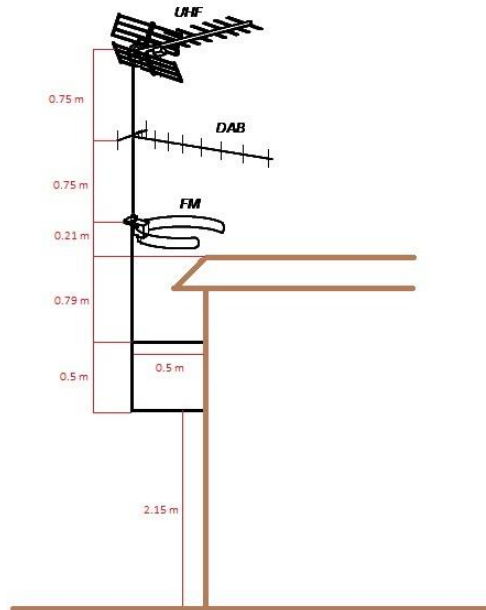
Para los servicios de radiodifusión terrenal se indica la frecuencia y nivel de portadora de una de las señales centradas dentro de la Banda II. La modulación de las señales de radiodifusión sonora en esta banda es del tipo FM. Para los servicios de televisión terrenal analógica se indican las frecuencias y nivel de las portadoras de vídeo. La modulación de este tipo de señales es AM (BLV). Las frecuencias de las portadoras de sonido se encuentran ubicadas, para cada uno de los canales, en una frecuencia 5,5 MHz superior a la frecuencia de la portadora de vídeo. Para los servicios de televisión terrenal digital se indican las frecuencias que limitan el ancho de banda del canal. La modulación de este tipo de señales es COFDM.

La tabla anterior, muestra los canales que se reciben en el lugar de nuestro edificio donde se prevé colocar las antenas receptoras. A continuación se muestra una tabla con los valores reales de dichos canales obtenidos en nuestro emplazamiento. Como se observa, dichos valores reales no difieren significativamente con los valores previstos. Las medidas se han realizado con un medidor de intensidad de campo y antena patrón de medida. Las características de factor de la antena para las antenas utilizadas, son procesadas internamente por el medidor de intensidad de campo de forma tal, que la lectura obtenida de intensidad de campo es una lectura real, y no necesita ninguna corrección debido a las características de la antena. Las medidas se han realizado en el solar del edificio a construir, y al nivel de tierra. Las características del solar, aunque en entorno urbano, hacen que exista visibilidad directa sin obstáculos hacia la instalación emisora. El valor mostrado a continuación es la media de todas las señales obtenidas de todos los canales con el mismo servicio.

	Señal TV analógica terrestre	Señal TV digital terrestre	Señal DAB	Señal FM
Valor Típico	70 db μ V	60 db μ V	70 db μ V	55 db μ V
Valor Obtenido	69 db μ V	59 db μ V	65 db μ V	57 db μ V

4.3.1.3 Selección del emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras

Las antenas para la recepción de las señales de los servicios de radiodifusión terrestre se instalarán sobre la pared de la terraza, eligiendo entre ellas la pared que separa la terraza con el habitáculo de la casa diseñado para la galería, tal y como se puede ver en la figura que se muestra a continuación. Como se observa, la antena deberá ser elevada 5,15 metros del suelo (nivel 3a planta) para que la antena esté más elevada que el tejado. En total, la antena estará 16,275 metros del nivel del suelo, ya que para esta instalación se utilizará un mástil de 3 metros de largo, colocado a 2,15 metros del suelo.



Esquema colocación antenas UHF, DAB y FM

La correcta recepción de las señales, en nuestro caso, requiere elevar las antenas 1.71m sobre el nivel del tejado. Al objeto de poder colocar los elementos captadores en la posición adecuada, se utilizará el conjunto soporte formado por mástil de un solo tramo de 3 metros sujeto mediante abrazaderas a la pared nombrada anteriormente. Se utilizarán tres antenas, cuyos parámetros básicos se indican a continuación.

Sus especificaciones completas se recogen en el pliego de condiciones.

Servicio	FM-Radio	CODFM-TV(UHF)	DAB-VHF
Tipo	Circular	Directiva	Directiva
Ganancia	1 dB	15 dB	8 dB
Carga al viento	27 N	93 N	36,5 N

4.3.1.4 Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras.

Teniendo en cuenta que el sistema portante estará situado a menos de 20 metros del nivel del suelo (exactamente a 16.275 metros), los cálculos para definir las características de la antena y de los componentes que esto conlleva se han realizado para velocidades de viento de 130 Km/h.

El sistema portante estará formado por un mástil metálico de 3 metros de altura anclado a la pared anteriormente descrita con los anclajes adecuados. Este conjunto de anclajes para fijar la antena al mástil y el mástil a la pared, serán capaces de soportar velocidades de viento de hasta 130 Km/h.

El cálculo de la estructura se ha realizado mediante tablas suministradas por los fabricantes, asegurándose la posibilidad de montar sobre el mástil antenas hasta una carga al viento de 510 Newtons, superior a la que corresponde a las antenas propuestas en este proyecto, ya que, como se puede observar en los cálculos mostrados en el Excel adjunto a este proyecto, la carga al viento total es de 389.79 Nm, inferior a los 510 Nm. Por lo tanto, se puede utilizar el mástil escogido para las antenas elegidas.

4.3.1.5 Plan de Ingeniería.

Se establece un plan de frecuencias en base a las frecuencias utilizadas por las señales que se reciben en el emplazamiento de las antenas, sean útiles o interferentes (por la potencia de señal interferente que se recibe, y la directividad y orientación de las antenas, despreciamos los canales interferentes en la instalación) y con las restricciones técnicas a que está sujeta la distribución de canales, resulta el siguiente cuadro de plan de frecuencias:

	Banda III (DAB)	Banda IV	Banda V
Canales Ocupados	8, 9, 10, 11	21, 23, 25, 27, 29, 30, 34 y 35	59, 60, 63, 66, 67, 68 y 69
Canales Interferentes	No hay canales interferente	No hay canales interferentes	No hay canales interferentes

Con las restricciones técnicas a que está sujeta la distribución de canales, resulta el siguiente cuadro de plan de frecuencias:

Banda	Canales utilizados	Canales utilizables	Servicio recomendado
Banda I	No utilizada		
Banda II	Todos	Todos	FM- Radio
Banda S (alta y baja)		Todos menos S1	TVSAT A/D
Banda III	8, 9, 10, 11	5, 6, 7 y 12	TVSAT A/D Radio D terrestre

Hiperbanda	Ninguno	Todos	TVSAT A/D
Banda IV	22, 28	Resto desde 21 a 37 salvo 31	TV analógico terrestre
Banda IV		Resto desde 21 a 37	TV digital terrestre
Banda V	40, 43, 46, 57, 58, 67, 68, 69	Desde 38 a 46, 58, 59 y desde 66 a 69	TV analógica terrestre
Banda V		Resto desde 38 a 69	TV digital terrestre
950-1.446 MHz		Todos	TVSAT A/D (FI)
1.452-1.492 MHz		Todos	Radio D satélite
1.494-2.150 MHz		Todos	TVSAT A/D (FI)

4.3.1.6 Números de tomas

En el interior de la vivienda y local se instalarán las tomas de usuario BAT, que se conectarán mediante la red de interior cuya configuración es en estrella, a los PAU de la vivienda y del local.

	Numero de Tomas
Garaje (45,86 m2)	1
Planta Baja/Local comercial (49,50 m2)	2
Planta 1a (49,50 m2)	2
Planta 2a (49,50 m2)	3
Planta 3a (49,50 m2)	1
Total Tomas	9

4.3.1.7 Amplificadores necesarios, (número, situación en la red y tensión máxima de salida) número de derivadores /distribuidores, según su ubicación en la red, PAU y sus características.

Amplificadores necesarios:

Para garantizar los niveles de señal fijados en el Real Decreto 346/2011, del 11 de marzo, en las tomas de usuario de la vivienda, se necesitan amplificadores de cabecera que aumenten la potencia de las señales provenientes de los sistemas de captación, teniendo a la salida de dichos amplificadores el nivel de salida suficiente como para

contrarrestar los efectos de las pérdidas a lo largo del trayecto hasta las tomas. En función de la atenuación mínima y máxima que se obtiene a lo largo de la red de distribución, se ajusta un nivel de salida del combinador en Z que asegure en toma de usuario unos niveles de señal dentro de los establecidos en el Reglamento ICT, siendo innecesarios, según el esquema de distribución, amplificadores intermedios en la red de distribución.

Como la instalación que se está diseñando se trata de una instalación pequeña, ya que solo se compone de una vivienda unifamiliar y de un pequeño local comercial, se ha decidido instalar un solo amplificador de banda ancha para todos los canales y para todas las bandas de frecuencia excluyendo la señal por satélite. Se ha decidido por este único elemento ya que será suficiente y cumple las normativas para este tipo de instalación, además también se ha elegido por motivos económicos, ya que este tipo es más baratos que elegir un amplificador monocanal para cada canal y teniendo un total de 10 amplificadores para la señal terrestre.

Una vez especificados el número de amplificadores a instalar, y su situación en la red (en la cabecera), debemos determinar el nivel de salida de cada amplificador para garantizar el cumplimiento de los niveles de señal en toma de usuario fijados en el reglamento y se muestran a continuación:

PARÁMETRO (Nivel de señal)	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15-862 MHz	950-2150 MHz
Nivel AM-TV	db μ V	57 - 80	
Nivel 64QAM-TV	db μ V	45 - 70	
Nivel FM-TV	db μ V	47 - 77	
Nivel QPSQ-TV	db μ V	47 - 77	
Nivel FM Radio	db μ V	40 - 70	
Nivel DAB radio	db μ V	30 - 70	
Nivel COFDM-TV	db μ V	45 - 70	

La normativa también establece un nivel máximo de salida del amplificador de cabecera de 120 db μ V en la banda de frecuencia de 15 – 862 MHz y de 110 db μ V en la banda de 950 – 2150 MHz. Respecto a las pérdidas de retorno en equipos sin mezcla, estas deben ser menores o iguales en la banda de 15 – 862 MHz y menores o iguales a los 6 dB en la banda de 950 – 2150 MHz.

Amplificador de TV analógica terrestre

En el Reglamento de ICT se exige que la señal AM-TV distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 57 y 80 dB μ V. A la salida de la antena se ha obtenido 69 dB μ V medios medidos. Se parte que las atenuaciones mínimas y máximas desde la cabecera a las tomas de usuario es de 15.45 dB y 37.6 dB, respectivamente, obtenidas en el apartado 1.2.A.h.3. Con ello se puede calcular los niveles mínimo y máximo que se pueden tener a la salida de los amplificadores monocanal sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores: $V_{\min} = 57 \text{ dB}\mu\text{V} + 37.6 \text{ dB} = 94.6 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Para garantizar en la peor toma 57 dB μ V, el nivel mínimo a la salida de los amplificadores debe ser 89,06 94.6 dB μ V.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores: $V_{\max} = 80 \text{ dB}\mu\text{V} + 15.45 \text{ dB} = 95.45 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Por lo tanto, el ajuste del nivel de salida de los amplificadores es: $V = (94.6 + 95.45) / 2 = 94.525 = 91,8 \text{ dB}\mu\text{V}$.

En el proyecto se selecciona un solo amplificador de banda ancha comercial de ganancia 25 dB y nivel de salida máximo de 94 dB μ V para una S/I (relación señal intermodulación) de 12.5 dB, ajustados para tener a la salida del combinador en Z un nivel de 94dB μ V. Además, se verifica que la ganancia de los amplificadores es suficiente para acondicionar el nivel de la señal de TV analógica terrenal recibida a la entrada, proveniente de los sistemas de captación, al nivel de salida del combinador en Z necesario para suplir las pérdidas involucradas en la red hasta llegar a las tomas de usuario. El amplificador a utilizar será el 539201 de Televes ajustable, con ganancia máxima de 30 dB y un nivel máximo a la salida de 114 dB μ V. Por lo tanto, dicho amplificador cumple todas las condiciones.

Amplificador de TV digital terrestre

En el Reglamento de ICT exige que la señal COFDM-TV distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 45 y 70 dB μ V. A la salida de la

antena se ha obtenido 59 dB μ V. Al igual que en el caso anterior, las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es 14,54 dB y 32,06 dB, respectivamente, obtenidas en Excel adjunto a este proyecto en el apartado cálculo de las atenuaciones.

Se calcula el nivel mínimo y máximo que se puede dar a la salida de los amplificadores monocanal y de grupo sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores: $V_{min} = 45 \text{ dB}\mu\text{V} + 37.6 \text{ dB} = 82.5 \text{ dB}\mu\text{V}$. Como se observa, para garantizar en la peor toma 45 dB μ V, el nivel mínimo a la salida de los amplificadores debe de ser 77,06 82.5dB μ V.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores: $V_{max} = 70 \text{ dB}\mu\text{V} + 15.45 \text{ dB} = 85.45 \text{ dB}\mu\text{V}$. Por otro lado, para no superar en la mejor toma 70 dB μ V, el nivel máximo debe ser 85.45 dB μ V.

Por tanto, el nivel de salida de los amplificadores debe estar comprendido entre 82,5 dB μ V y 85,45 dB μ V, eligiendo el valor intermedio aproximado: $V = (82.5 + 85.45) / 2 = 83.975 \text{ dB}\mu\text{V}$.

En el proyecto técnico se emplea un amplificador de banda ancha comercial, de ganancia 25 dB, y nivel de salida máximo 84 dB μ V, para una S/I de 12.5 dB. El amplificador a utilizar será el modelo 539201 de Televes, con ganancia máxima de 30 dB y un nivel máximo a la salida de 114 dB μ V. Por lo tanto, dicho amplificador cumple con creces todas las condiciones.

Amplificador DAB

En el Reglamento de ICT exige que la señal DAB Radio distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 30 y 70 dB μ V. La banda DAB comprende sólo el intervalo de frecuencias desde 195 a 223 MHz, a pesar de esto, se realizan los cálculos considerando toda la banda de 15 a 862 MHz, al igual que en los casos de amplificadores de TV analógica y digital terrestre, al ser cálculos más restrictivos, pues a mayor frecuencia mayor atenuación.

Se calcula el nivel mínimo y máximo que se puede dar a la salida del amplificador DAB sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores: $V_{\min} = 30 \text{ dB}\mu\text{V} + 37.6 \text{ dB} = 67.6 \text{ dB}\mu\text{V}$. Para garantizar en la peor toma $30 \text{ dB}\mu\text{V}$, el nivel mínimo a la salida de los amplificadores debe ser $67.6 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores: $V_{\max} = 70 \text{ dB}\mu\text{V} + 15.45 \text{ dB} = 85.45 \text{ dB}\mu\text{V}$. Para no superar en la mejor toma $70 \text{ dB}\mu\text{V}$, el nivel máximo debe ser $85.45 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Por tanto, el nivel de salida del amplificador debe estar comprendido entre $67.6 \text{ dB}\mu\text{V}$ y $85.45 \text{ dB}\mu\text{V}$, considerando como nivel de salida aproximadamente el valor intermedio: $V = (85.45 + 67.6) / 2 = 76.525 \text{ dB}\mu\text{V}$. En el proyecto técnico se empleara un amplificador de banda ancha comercial, de nivel de salida máximo $76 \text{ dB}\mu\text{V}$, para una S/I de 26 dB y ganancia 11 dB , ajustados para tener a la salida del combinador Z un nivel de $76 \text{ dB}\mu\text{V}$. El amplificador a utilizar será el 539201 de Televes, con ganancia máxima de 45 dB y un nivel máximo a la salida de $114 \text{ dB}\mu\text{V}$. Por lo tanto, dicho amplificador cumple todas las condiciones.

Amplificador FM

El Reglamento de ICT exige que la señal FM distribuida a cada toma de usuario tenga un nivel de señal comprendido entre 40 y $70 \text{ dB}\mu\text{V}$. La banda FM comprende sólo el intervalo de frecuencias desde 87.5 a 108 MHz , a pesar de esto, se realizan los cálculos considerando toda la banda de 15 a 862 MHz , al igual que se ha hecho con el amplificador DAB.

Se calcula el nivel mínimo y máximo que se puede dar a la salida del amplificador FM sin violar el margen de niveles de calidad establecido para las tomas de usuario.

Nivel mínimo a la salida del amplificador: $V_{\min} = 40 \text{ dB}\mu\text{V} + 37.6 \text{ dB} = 77.6 \text{ dB}\mu\text{V}$. Para garantizar en la peor toma $40 \text{ dB}\mu\text{V}$, el nivel mínimo a la salida del amplificador debe ser $77.6 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Nivel máximo a la salida de los amplificadores: $V_{\max} = 70 \text{ dB}\mu\text{V} + 15.45 \text{ dB} = 85.45 \text{ dB}\mu\text{V}$. Para no superar en la mejor toma $70 \text{ dB}\mu\text{V}$, el nivel máximo debe ser $85.45 \text{ dB}\mu\text{V}$.

Por tanto, el nivel de salida del amplificador debe estar comprendido entre $77.6 \text{ dB}\mu\text{V}$ y $85.45 \text{ dB}\mu\text{V}$, considerando como nivel de salida aproximadamente el valor intermedio: $V = (77.6 + 85.45) / 2 = 81.525 \text{ dB}\mu\text{V}$. En el proyecto técnico se empleara un

amplificador de banda ancha comercial, de nivel de salida máximo $82 \text{ dB}\mu\text{V}$, para una S/I de 12dB y ganancia 25 dB, ajustados para tener a la salida del combinador Z un nivel de $82 \text{ dB}\mu\text{V}$. El amplificador a utilizar será el 539201 de Televes, con ganancia máxima de 30 dB y un nivel máximo a la salida de $114 \text{ dB}\mu\text{V}$. Por lo tanto, dicho amplificador cumple todas las condiciones.

Número de derivadores /distribuidores, según su ubicación en la red.

Las redes de distribución y dispersión están formadas por una estructura árbol-rama. La red de distribución comienza a la salida del elemento de mezcla de las señales terrestres y de satélite y finaliza en el derivador de la planta baja. En ella se intercalan los derivadores de cada planta. Dichos derivadores son elementos pasivos y por ello tienen ciertas pérdidas de acoplamiento dependiendo de la planta en que se coloquen. En la tabla siguiente se muestra las características de los derivadores:

	Derivador	Salidas	Pérdida de Acoplamiento
Planta 3°	Tipo B	1	20 dB
Planta 2°	Tipo A	3	16 dB
Planta 1°	Tipo A	2	16 dB
Garaje	Tipo TA	1	12 dB

PAU's

Las dos redes que confluyen en la vivienda y en el local comercial terminan en un PAU (Punto de Acceso al Usuario) con 2 entradas y dos salidas. Como la instalación se trata de una casa particular y un local comercial independiente a la casa, cada uno de ellos tendrá un PAU y se considerará propietario independiente.

Las características técnicas específicas se incluyen en el punto 3.1.A del pliego de condiciones.

Distribuidores interiores de la vivienda y del local

A la salida del PAU de la vivienda se colocará un distribuidor de 4 salidas (uno por cada planta de la casa). A ellas se conectarán los cables de la red interior de usuario

correspondientes a las estancias en las cuales se equipa toma de usuario. En la vivienda, el número de tomas instaladas es de dos en la 1ª Planta, de tres tomas en 2ª Planta y de una sola toma en la 3ª planta y en el garaje. En el local comercial, se ha decidido instalar dos tomas.

Cables

Se utilizará un cable de 1,12 mm de diámetro interior y de 4.7 mm el dieléctrico, que deberá cumplir la norma UE-EN 50117-2-4. Sus características se especifican en el pliego de condiciones. Dicho cable elegido es el T-100 de Televés, modelo 215101.

4.3.1.8 Cálculo de parámetros básicos de la instalación

Se detallan a continuación los cálculos de los parámetros básicos de la ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión, procedentes de emisiones terrestres y satélite.

4.3.1.8.1 Niveles de señal en la toma de usuario en el mejor y peor caso

Se detalla a continuación los niveles de señal obtenidos en la toma de usuario, para el mejor y el peor caso de la señal terrestre. Para dicha señal, se ha calculado los niveles de la señal en FM, DAB, UHF y TDT. Los valores se muestran en dB μ V.

Nivel de señal de prueba en las tomas del edificio (dBμV)				
	FM	DAB	UHF	TDT
Mejor toma. (Local comercial)	66,6<70	61.3<70	77.6 <80	68.1<70
Peor toma. (3ª Planta , segunda toma)	46.4 >40	40.4 >30	57.9 >57	49.3 >45

4.3.1.8.2 Respuesta amplitud-frecuencia (Variación máxima de la atenuación a diversas frecuencias en el mejor y en el peor caso)

En toda la red, la respuesta amplitud/frecuencia de canal no debe superar los siguientes valores. Dichos valores, son los especificados por la ley de infraestructura comunes de telecomunicaciones vigentes en el estado español.

Servicio/ canal	15-862 MHz	950-2150 MHz
FM-Radio	± 3 dB en toda la banda ±0,5 en un ancho de banda de 1 MHz	
AM-TV / C49, C52, C55, C59, C62 y C65	± 3 dB en toda la banda ±0,5 en un ancho de banda de 1 MHz	
COFDM / C58, C63 y C66	± 3 dB en toda la banda	
QPSK-TV / FI-SAT		± 4 dB en toda la banda ±1,5 en un ancho de banda de 1MHz

La respuesta amplitud/ frecuencia en la banda de la red para la mejor y peor toma en cada una de las instalaciones, dentro de la banda de 15 a 862 MHz, es la siguiente.

- Los rizados producidos por el cable en la toma con menor atenuación es de 1.04 dB (15.45dB-14.41dB).
- Los rizados producidos por el cable en la toma con mayor atenuación es de 0.32 dB (37.6dB-37.28dB)

Teniendo en cuenta que los otros equipos del sistema tienen los siguientes rizados:

- Distribuidor 0,3
- Paso derivador 0,3
- Derivación 0,7
- Amplificador 1,0
- Toma 0,5
- Por lo tanto, el rizado máximo total esperado en la banda será:

Toma con menor atenuación (dB)	Toma con mayor atenuación (dB)
Planta baja	1a Planta, toma más larga
3,4 dB < 16 dB	4,45 dB < 16 dB

(estos cálculos se pueden ver desarrollados en el excel adjunto a este proyecto, 3a página "Cálculo rizado")

Los valores obtenidos están dentro de las especificaciones permitidas y teniendo en cuenta el cuadro expuesto al principio de este apartado para cada canal. La característica de amplitud/frecuencia de la red en la banda de 15 a 862 MHz, cumple con lo establecido en el apartado 4.5 del Anexo I, del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, ya que este valor es inferior a 16 dB en cualquiera de los casos.

4.3.1.8.3 Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda de 15-862 MHz.

Se relacionan a continuación los valores estimados de atenuación (en los extremos de la banda de frecuencia) en cada una de las tomas de usuario de toda la red, desde el amplificador de cabecera hasta la propia toma, para la banda de 15 a 862 MHz.

Dichos cálculos están completamente desarrollados en el “excel” adjunto a este proyecto, en la página 2 con el título: “Cálculo atenuaciones”. En él se muestran las atenuaciones de cada elemento empleado así como las fórmulas utilizadas en cada toma. En este documento también se puede observar las distintas atenuaciones de los materiales para las distintas frecuencias.

PLANTA Y TOMA DE LA VIVIENDA	Atenuación con 15 MHz	Atenuación con 862 MHz
3a Planta	37.28 dB	37.6 dB
2a Planta, toma más corta	33.49 dB	34.05 dB
2a Planta, toma más larga	33.91 dB	34.95 dB
1a Planta, toma más corta	33.7 dB	34.5 dB
1a Planta, toma más larga	34.12 dB	35.4 dB
Planta baja, toma más corta	14,41 dB	15,45 dB
Planta baja, toma más larga	14.83 dB	16.35dB
Garaje	30.19 dB	31.55 dB

En todas las tomas la atenuación a cualquier frecuencia de la banda estará comprendida entre estos dos valores. La variación con la frecuencia de las atenuaciones desde la salida de los amplificadores hasta la mejor y peor toma, Planta baja, toma más corta y 1a Planta toma más larga respectivamente, se recoge en la siguiente tabla:

Frecuencias	Menor atenuación en toma	Mayor atenuación en toma
15 MHz	14,41 dB	37,28 dB
100 MHz	15,06 dB	37,32 dB
500 MHz	15,32 dB	37,4 dB
860 MHz	15,45 dB	37,6 dB

4.3.1.8.4 Relación señal-ruido

Se define como la relación entre el nivel de señal en toma de usuario y el nivel de ruido que llega a ésta. Es la manera de indicar la calidad de la señal una vez demodulada en toma de usuario.

Para realiza estos cálculos, se debe tener en cuenta el nivel de portadora calculados y descritos en el apartado 4.2.1.2 de este documento para cada tipo de señal. También, se ha considerado para cada tipo de señal, el ancho de banda de la señal, la figura de ruido del amplificador (para la señal de TV analógica terrestre, DAB y FM se ha considerado $F1=7$ dB ya que son amplificadores monocanales y para la señal TV digital terrestre se ha considerado $F1=9.5$ dB ya que el amplificador tiene esta figura de ruido máxima en esta banda), la atenuación máxima de la red y la ganancia del amplificador.

Para calcular la relación portadora ruido, se utilizará la fórmula de Friis para el factor de ruido. En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos tanto del factor de ruido y la relación portadora ruido para las diferentes señales captadas (el desarrollo de dichos cálculos se muestran en la página 4 del excel adjunto con el nombre “Cálculo señal-ruido”):

	Señal TV analógica terrestre	Señal TV digital terrestre	Señal DAB	Señal FM
Factor de ruido	17.67db μ V	17,93 db μ V	36.68 db μ V	22.46 db μ V
C/N en toma de usuario	51.88 db μ V	41,73 db μ V	28.35 db μ V	35.01 db μ V
C/N mínimas fijadas por el Reglamento	43 db μ V	25 db μ V	18db μ V	32db μ V

Como se observa, la relación C/N para cada servicio cumple con lo establecido en el Reglamento ICT al ser mayor que los niveles de calidad definidos.

4.3.1.8.5 Intermodulación

Es un tipo de interferencia presente siempre en cualquier dispositivo activo, no obstante, sus consecuencias son imperceptibles si no se sobrepasa el nivel máximo de

salida del amplificador, en caso contrario, se provocan distorsiones y pérdidas de calidad en la señal de televisión.

Para el amplificador de banda ancha, como es el caso, se denomina intermodulación simple, definiéndose como el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden provocados por las tres portadoras presentes en un canal de televisión (vídeo, audio y color). Para calcular dicho valor, se debe tener en cuenta el valor proporcionado por el fabricante que es la relación señal intermodulación de referencia, el nivel real de salida del amplificador y el nivel máximo de salida del amplificador especificado por el fabricante. Estos cálculos se pueden observar en la página 5 del excel adjunto con el nombre “Intermodulación”. En la tabla siguiente se muestra el resumen de las relaciones señal intermodulación obtenida en cada caso, junto con los valores establecidos por la normativa, y se observa como cumple con lo fijado en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, para el rango de frecuencias entre 15-862 MHz.

SEÑAL	C/I(dB)	C/I exigida en el Reglamento (dB)
AM-TV	55.9	≥54
COFDM-TV monocanal	36.6	≥35
COFDM-TV multicanal	37.1	≥35

4.3.1.9 Descripción de los elementos componentes de la instalación.

En las siguientes tablas se mostraran todos los elementos empleados en la instalación. Todos ellos se pueden encontrar en el catálogo de Televes 2013/2014.

4.3.1.9.1 Sistemas captadores.

CANTIDAD	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Antena FM-Radio	Circular 1 dB de Ganancia 27 N de carga al viento
1	Antena DAB-VHF	Directiva 8 dB de Ganancia 36,5 N de carga al viento
1	Antena COFDM-TV (UHF)	Directiva 15 dB de Ganancia 93 N de carga al viento

Soportes para los elementos captadores.

CANTIDAD	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Mástil de acero	3 metros de longitud· 45 mm de diametro 2 mm de espesor
1	Conjunto de anclajes a la pared	Soporte atornillable en “U”+ tornillo en “U”. Separación de la vivienda 500 mm
3	Mordaza+ tornillo en U	Peso 0,14 Kg Para mástil con un diámetro menor de 48mm

4.3.1.9.2 Amplificadores.

CANTIDAD	TIPO AMPLIFICADOR	CANALES UTILIZADOS	DESCRIPCIÓN
1	Amplificador de banda ancha	Banda VHF	G=20/30 dB Vmax=114dBμV
1	Amplificador de banda ancha	Banda UHF	G=27/37 dB Vmax=117 dBμV.

4.3.1.9.3 Mezcladores

CANTIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	MATV-FI	Mezcla una señal MATV con dos FI. Margen de frecuencias de 5-2400 MHz. Tiene 2 salidas y 3 entradas.

4.3.1.9.4 Distribuidores

CANTIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
2	PAU repartidor 2 salidas	Pérd. Inserción 4,5 dB en MATV Pérd. Inserción 4,3 dB en FI SAT
1	Repartidor 2 salidas	Pérd. Inserción 4 dB en MATV Pérd. Inserción 5 dB en FI SAT
1	Repartidor 4 salidas	Pérd. Inserción 7.5 dB en MATV Pérd. Inserción 10 dB en FI SAT

4.3.1.9.5 Derivadores

CANTIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Derivador con conector "EASYF" tipo TA	Pérd. Inserción 12 dB
2	Derivador con conector "EASYF" tipo A	Pérd. Inserción 16 dB
1	Derivador con conector "EASYF" tipo B	Pérd. Inserción 20 dB

4.3.1.9.6 Tomas

CANTIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
9	Toma terminal	Con conector TV, FM Y SAT de 5-2200 MHz

4.3.1.9.7 Cables

CANTIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
76 m	Cable coaxial T-100	<p>Diámetro interior 13 mm Diámetro dieléctrico 4.8 mm Atenuaciones frecuencias. (MHz):</p> <p>200 MHz-> 0,07 dB/m 500 MHz-> 0,12 dB/m 800 MHz-> 0,15 dB/m 1000 MHz-> 0,17 dB/m 1350 MHz-> 0,20 dB/m 1750 MHz-> 0,23 dB/m 2050 MHz-> 0,25 dB/m 2300 MHz-> 0,27 dB/m</p>

4.3.1.9.8 Materiales complementarios

CANTIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Fuente de alimentación	Vdc=24 V Imax=2,5 A
6	Impedancias	Carga 75 Ω
1	Cofre con cerradura y unidad de ventilación 498 mm	1 alimentador + 10 T05 Medidas: 610x295x235
-	Tomas de tierra	

4.3.2 Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite

La normativa aplicable no exige la instalación de los equipos necesarios para recibir estos servicios, debiendo reflejar este proyecto solo una previsión para su posterior instalación. A continuación se realiza el estudio de dicha previsión para la transmisión de señal digital, suponiendo que se distribuirán solo los canales digitales modulados en QPSK y suministrados por las actuales entidades habilitadas de carácter nacional. La introducción de otros servicios o la modificación de la técnica de modulación empleada para su distribución requerirán modificar algunas de las características indicadas.

Las instalaciones a realizar en el inmueble objeto de este proyecto, incorpora la captación y distribución en FI de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite. Se detallan a continuación en los apartados siguientes, los cálculos de las instalaciones y los elementos necesarios para la realización de las mismas, teniendo en cuenta que el objetivo principal será la distribución a las viviendas y locales comerciales, de las señales procedentes de los satélites Hispasat y Astra (que se escogerá una de ellas), que soportan las plataformas digitales de televisión por satélite autorizadas actualmente en España.

4.3.2.1 Selección de emplazamiento y parámetros de las antenas receptoras de la señal satélite

El emplazamiento previsto para ubicar las antenas de los servicios de radiodifusión sonora y por satélite tanto analógico como digital queda reflejado en el plano de infraestructura. Dicho emplazamiento se ha elegido teniendo en cuenta la orientación necesaria para el apuntamiento de las antenas parabólicas para captar estos servicios y se ha comprobado la ausencia de obstáculos que puedan provocar obstrucción de la señal. Dichas antenas se colocará en la terraza del edificio, junto al sistema de captación de señales de RTV terrenales, con los puntos de anclaje previstos a tal efecto, con una distancia entre la ubicación de las bases de 1.5 metros como mínimo, para permitir la orientación de las mismas. El punto exacto de su ubicación será objeto de la dirección de obra para evitar que se puedan producir sombras electromagnéticas entre los distintos sistemas de captación.

La orientación de cada antena se ha obtenido mediante una aplicación informática que se llama “Satellite Finder”, para el lugar exacto donde se edificará la construcción (Bocairent, Spain: Latitud 38,7665 y Longitud: -0,6110). Dichas orientaciones se pueden observar a continuación [5]:

SATÉLITE	Elevación	Acimut	LNB	Distancia
ASTRA	40,6 °	150,1 °	-15,4 ° <-	37738 Km
HISPASAT	35,7 °	222,0 °	31,4 ° ->	38122 Km

En este punto, no sólo se selecciona el emplazamiento y orientación de las antenas, también se obtienen parámetros característicos para satisfacer una relación C/N mínima establecida en la normativa. El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, especifica que para la señal FM-TV (modulación de la señal analógica emitida por satélite), la C/N en toma de usuario debe ser mayor que 15 dB, y para la señal QPSK-TV (modulación de la señal digital emitida por satélite) mayor que 11 dB. No obstante, sobre estos valores mínimos se fija un margen de seguridad de 1.5 dB, y además se considera una posible pérdida de calidad correspondiente a un error de orientación de la antena (1 dB) y una degeneración de la red de distribución (1 dB). Por tanto, se determinan los parámetros de las antenas para cumplir una C/N en toma de usuario de 18.5 dB para la señal FM-TV y 14.5 dB para la señal QPSK-TV.

Tras los cálculos realizados en el adjunto a este documento con el formato excel, con el nombre “Diámetro de la antena” y teniendo en cuenta lo anteriormente nombrado, que la eficiencia de la antena es de 0,7, la atenuación debida a agentes meteorológicos es de 1,8 dB, el factor de ruido del LNB es de 0,3 dB y su ganancia de 58 dB, el factor de ruido del amplificador es de 10 dB y este tiene una ganancia de 40 dB, considerando que las antenas tienen una PIRE de 50 dBW para ASTRA y de 52 dBW para HISPASAT, se han obtenido los siguientes diámetros necesarios para las antenas:

	Diámetro antena ASTRA (cm)	Diámetro antena HISPASAT (cm)
TV Analógica por satélite	123,03	98,9
TV Digital por satélite	89,66	72,05

Por lo tanto, las antenas finalmente instaladas tendrán las siguientes dimensiones:

ANTENA	DIÁMETRO
ASTRA	125 cm
HISPASAT	100 cm

Como la instalación se trata de una vivienda unifamiliar pequeña, se ha considerado solo hacer el diseño para una antena satélite y considerando todas las características de las señales, solo se instalará la antena procedente del satélite Hispasat, ya que necesita menor dimensionamiento de la antena, con ello tiene inferior carga al viento y tiene mejor relación C/N .

4.3.2.2 Cálculo de los soportes para la instalación de las antenas receptoras de la señal de satélite

De acuerdo a los datos obtenidos referente a los diámetros de las antenas, a las consideraciones establecidas en el R.D.401/2003 y analizada la ubicación del edificio y la orientación necesarias para la captación de señales procedentes de los satélites HISPASAT Y ASTRA, en nuestro caso se ha preferido elegir las señales procedentes del satélite HISPASAT, cuya orientación se ha indicado anteriormente, se ha seleccionado el emplazamiento para montar la antena parabólica que permitan captar la señal de dicho satélite. Este emplazamiento se muestra en el Plano de la azotea.

Cabe destacar que el sistema de antena parabólica se encontrará a menos de 20 m, al situarse en la terraza del edificio, por tanto, se considera una velocidad de viento de 130 Km/h, para la cual la presión de viento es 800 N/m², presentando una carga al viento de cada antena de:

Antena	Astra	Hispasat
Diámetro del disco (cm)	125	100
Carga al viento (N)	1421	739,2

Al igual que ocurría con las antenas receptoras de la señal de satélite, no es cometido del presente proyecto técnico la instalación de los soportes, pero sí prever puntos de anclaje de los mismos. Los puntos deben embutirse en unas zapatas de

hormigón que irán incrustadas en la parte alta la azotea, cuyas dimensiones y diseños finales deben ser fijadas por el arquitecto, teniendo en cuenta los esfuerzos y momentos máximos que deben aguantar los sistemas, y que se indican en el pliego de condiciones. Los conjuntos zapata- soporte se colocarán adecuadamente para no entorpecer la orientación de las antenas parabólicas, indicando el emplazamiento exacto en el plano de instalaciones de servicios de ICT anteriormente mencionado.

4.3.2.3 Previsión para incorporar las señales de satélite.

El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril no exige la instalación de los elementos de cabecera necesarios para recibir las señales de satélite, pero sí dejar preparada la red de distribución, de dispersión y la de usuario para una posterior distribución de las señales por satélite de 950 a 2150 MHz

Como ya se ha comentado en los apartados correspondientes a la descripción de la ICT para la captación, adaptación y distribución de señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales, en ambas instalaciones de la ICT, las redes de distribución, la de dispersión, así como la de usuario, están diseñadas para permitir la distribución de señales dentro de la banda de 5 a 2150 MHz en modo transparente, desde la cabecera hasta las BAT de usuario. Esto permite la distribución de las señales de FI-SAT de 950 a 2150 MHz desde la cabecera hasta las tomas de usuario. En la cabecera, las señales de satélite de 10,75 a 12 GHz (banda KU) previamente convertidas a FI-SAT por el LNB alojado en la antena parabólica, son amplificadas y mezcladas por los amplificadores de FI-SAT, con las señales de los servicios de radiodifusión sonora y televisión terrestres (5 a 862 MHz), para ser distribuidas desde este punto hasta las tomas de usuario de la vivienda y del local.

4.3.2.4 Mezcla de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite con las terrenales

El Real Decreto 401/2003 requiere que exista función de mezcla de forma que en los cables de bajada puedan coexistir las señales de TV terrena con la satélite. Cada una de estas salidas es la composición de la señal terrenal y una señal de satélite, Astra o Hispasat (en nuestro caso Hispasat). Cada una de estas mezclas se distribuye por un cable,

teniendo en consecuencia, dos cables a lo largo de toda la red de distribución y dispersión, cables que por supuesto, llegan al PAU de la vivienda y del local comercial.

4.3.2.5 Amplificadores necesarios

Para garantizar los niveles de señal fijados en el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril en todas las tomas del edificio, se necesitará un amplificador FI-SAT de banda ancha comercial e igual en cabecera, dicho amplificador será para amplificar las señal proveniente del satélite Hispasat. El Reglamento de ICT exige que las señales FM-TV y QPSK-TV distribuidas a cada toma de usuario tengan un nivel de señal comprendido entre 47 y 77dB μ V, como se puede observar a continuación:

PARÁMETRO (Nivel de señal)	UNIDAD	BANDA DE FRECUENCIA	
		15-862 MHz	950-2150 MHz
Nivel AM-TV	db μ V	57 - 80	
Nivel 64QAM-TV	db μ V	45 - 70	
Nivel FM-TV	db μ V	47 - 77	
Nivel QPSQ-TV	db μ V	47 - 77	
Nivel FM Radio	db μ V	40 - 70	
Nivel DAB radio	db μ V	30 - 70	
Nivel COFDM-TV	db μ V	45 - 70	

Aparecen sombreados los niveles de señal a considerar, donde los niveles de FM-TV y QPSK-TV corresponden a la señal de televisión analógica y digital de satélite respectivamente. Además, en la normativa se establece un nivel máximo de salida del amplificador de cabecera de 110 dB μ V en la banda de frecuencia de 950 – 2150 MHz. Para el cálculo de los niveles de salida de los amplificadores FI se tienen en cuenta las pérdidas máximas y mínimas obtenidas a lo largo de toda la red, desde la salida de los amplificadores hasta la toma de usuario, unido a los niveles de señal en toma de usuario marcados en el reglamento.

Se parte de que las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es de 13,77 dB y 31,78 dB respectivamente.(Dichos cálculos se pueden observar en el adjunto a este proyecto, página 2 con el nombre “Cálculo atenuaciones”).

Estos valores se han calculados para la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950-2150 MHz.

Nivel mínimo a la salida de los amplificadores para garantizar en la peor toma 47 db μ V:

$$V_{\min} = 47 \text{ db}\mu\text{V} + 31,78 \text{ dB} = 78,78 \text{ db}\mu\text{V}.$$

Nivel máximo a la salida de los amplificadores para no superar en la mejor toma 77 db μ V:

$$V_{\max} = 77 \text{ db}\mu\text{V} + 13,77 \text{ dB} = 90,77 \text{ db}\mu\text{V}.$$

En el proyecto técnico se recomienda un amplificador FI comercial tras la antena parabólica, de ganancia mínima 35 dB y máxima de 50 dB., según frecuencia a amplifica, y un nivel máximo de 110 db μ V para una S/I de 35 dB.

4.3.2.6 Cálculo de parámetros básicos de la instalación:

4.3.2.6.1 Niveles de señal en toma de usuario en el mejor y peor caso.

El nivel de señal en el mejor y peor caso vendrá dado por el nivel de señal a la salida del amplificador menos las atenuaciones mínima y máxima que se obtienen a lo largo de la red, desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso. Las atenuaciones mínima y máxima desde la cabecera a las tomas de usuario es 14,55 dB y 37.3 dB, respectivamente.

El nivel de salida de los amplificadores FI es 110 db μ V, obteniendo los siguientes resultados:

$$V_{\text{mejor-toma}} = 110 \text{ db}\mu\text{V} - 14,55 \text{ dB} = 95,45 \text{ db}\mu\text{V}. \text{ (Local Comercial)}$$

$$V_{\text{peor-toma}} = 110 \text{ db}\mu\text{V} - 37,3 \text{ dB} = 72,3 \text{ db}\mu\text{V}. \text{ (3a Planta toma más larga)}$$

4.3.2.6.2 Respuesta amplitud frecuencia en la banda 950 a 2150 MHz (Variación máxima desde la cabecera hasta la toma de usuario en el mejor y peor caso).

La respuesta amplitud frecuencia en banda se define como la diferencia máxima de atenuación en la banda de 950 – 2150 MHz, introducida por la red entre la salida de

los amplificadores y la toma de usuario con menor y mayor nivel de señal. Esta diferencia vendrá dada por el comportamiento (atenuación) del cable a diferentes frecuencias. Para su cálculo se considera la atenuación de señal en la mejor y peor toma en los extremos de la banda.

Mejor toma de usuario (Local comercial)

- Atenuación de la señal a 950 MHz = 13,51 dB
- Atenuación de la señal a 2150 MHz = 14,55 dB
- Diferencia máxima de atenuación = $14,55 - 13,51 = 1,04$ dB

Peor toma de usuario (3a Planta, segunda toma)

- Atenuación de la señal a 950 MHz = 36.98dB
- Atenuación de la señal a 2150 MHz = 37,3 dB

Diferencia máxima de atenuación= $37,3 - 36.98 = 0.32$ dB

Al no intervenir en este cálculo los elementos de cabecera, la respuesta amplitud-frecuencia es la misma tanto para las señales procedentes del satélite Astra como del Hispasat.

Se cumple con lo establecido en el Reglamento en el mejor y peor caso, al ser la variación máxima de la atenuación menor que 20 dB. Asimismo, la respuesta amplitud/frecuencia de cualquier canal será inferior a ± 4 dB en toda la banda y no superará los ± 1.5 dB en un ancho de banda de 1 MHz.

4.3.2.6.3 Cálculo de la atenuación desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950-2150 MHz. (Suma de las atenuaciones en las redes de distribución, dispersión e interior de usuario)

En este apartado se presenta la atenuación total desde los amplificadores de cabecera hasta las tomas de usuario, en la banda 950-2150 MHz. Para el cálculo de la atenuación se requiere conocer las pérdidas introducidas por el cable y los dispositivos a

diferentes frecuencias, datos aportados en las características de los elementos activos y pasivos expuestos en el Pliego de Condiciones. A continuación se presentan los valores de la atenuación calculados para las diferentes frecuencias y en la distinta toma de usuario. Estos cálculos se pueden observar desarrollados en el excel adjunto a este proyecto, página 2 “Cálculo de la atenuación”:

Estancia:	950 MHz	2150 MHz
3a Planta	36.98 dB	37.3 dB
2a Planta peor toma	34.51 dB	35.55 dB
2a Planta mejor toma	33.49 dB	34.05 dB
1a Planta peor toma	35.02 dB	36.3 dB
1a Planta mejor toma	34 dB	34.8 dB
Local Comercial, peor toma	14.53 dB	16.05 dB
Local Comercial, mejor toma	13,51 dB	14.55 dB
Garaje	31.19 dB	32.55 dB

El cálculo de la atenuación deja como resultado que la menor atenuación se obtiene en el Local Comercial con un valor de 13,51 dB. Mientras que la mayor atenuación se obtiene en la toma más larga de la 1a Planta con una atenuación de 37.3 dB.

4.3.2.6.4 Relación señal-ruido.

Se define como la relación entre el nivel de señal en toma de usuario y el nivel de ruido que llega a ésta. Es la manera de indicar la calidad de la señal una vez demodulada en toma de usuario. Para el cálculo de los parámetros de las antenas parabólicas, se fijó un margen de seguridad de 1.5 dB por encima de los valores mínimos establecidos para la relación portadora-ruido de cada señal. Aparte se consideraron 2 dB de posibles pérdidas correspondientes a un error de orientación de la antena (1 dB) y una degeneración de la red de distribución (1 dB), es decir, las características de las antenas, se calcularon, tomando como punto de partida, una determinada relación portadora ruido en toma de usuario para cada tipo de señal recibida desde satélite, cumpliendo con las exigencias de la normativa, por tanto, si con posterioridad, se instalan los sistemas de

captación y dispositivos de cabecera de acuerdo a lo previsto en el presente proyecto, se deberían conseguir en toma de usuario los siguientes valores:

SEÑAL	C/N en toma de usuario (dB)	C/N mínima fijada por el Reglamento
FM-TV Astra	18,63 dB	15 dB
FM-TV Hispasat	18,59 dB	15 dB
QPSK-TV Astra	17,38 dB	11 dB
QPSK-TV Hispasat	17,34 dB	11 dB

Como se observa, la relación C/N para cada servicio cumple con lo establecido en el Reglamento ICT al ser mayor que los niveles de calidad marcados. Los cálculos se pueden observar en el excel adjunto, en la página 6 con el nombre “Diámetro de la antena”.

4.3.2.6.5 Intermodulación

Es un tipo de interferencia presente siempre en cualquier dispositivo activo, no obstante, sus consecuencias son imperceptibles si no se sobrepasa el nivel máximo de salida del amplificador, en caso contrario, se provocan distorsiones y pérdida de calidad en la señal de televisión. La intermodulación para amplificadores de banda ancha, como es el caso, se denomina intermodulación múltiple, y se define como el nivel de los productos de intermodulación de tercer orden provocados por el batido de varios canales presentes en la banda de transmisión.

El cálculo de la relación de intermodulación, para las modulaciones de FM y QPSK, no dispone de formulación contrastada. No obstante, la relación de intermodulación se mantiene por encima del valor de referencia especificado por el fabricante, siempre y cuando el nivel real de salida del amplificador no exceda el nivel máximo de salida determinado por el fabricante para tener dicha relación de referencia. Por tanto, como el fabricante de los amplificadores recomendados en el presente proyecto, indica un nivel de salida máximo de 110 dB μ V para una S/I de 35 dB.

Señal	C/I (dB)	C/I exigida en el Reglamento (dB)
FM-TV	≥ 35	≥ 27
QPSK-TV	≥ 35	≥ 18

Se cumple con lo establecido en el Real Decreto 401/2003, de 4 de Abril, en el apartado de Intermodulación a la frecuencia de 950-2150 MHz.

4.3.2.7 Descripción de los elementos componentes de la instalación

4.3.2.7.1 Sistema captadores.

- Diámetro de las antenas: Hispasat 100 cm.
- Figura de ruido de los conversores: $\leq 0,5$ dB
- Ganancia de los conversores: ≥ 50 dB

4.3.2.7.2 Amplificadores.

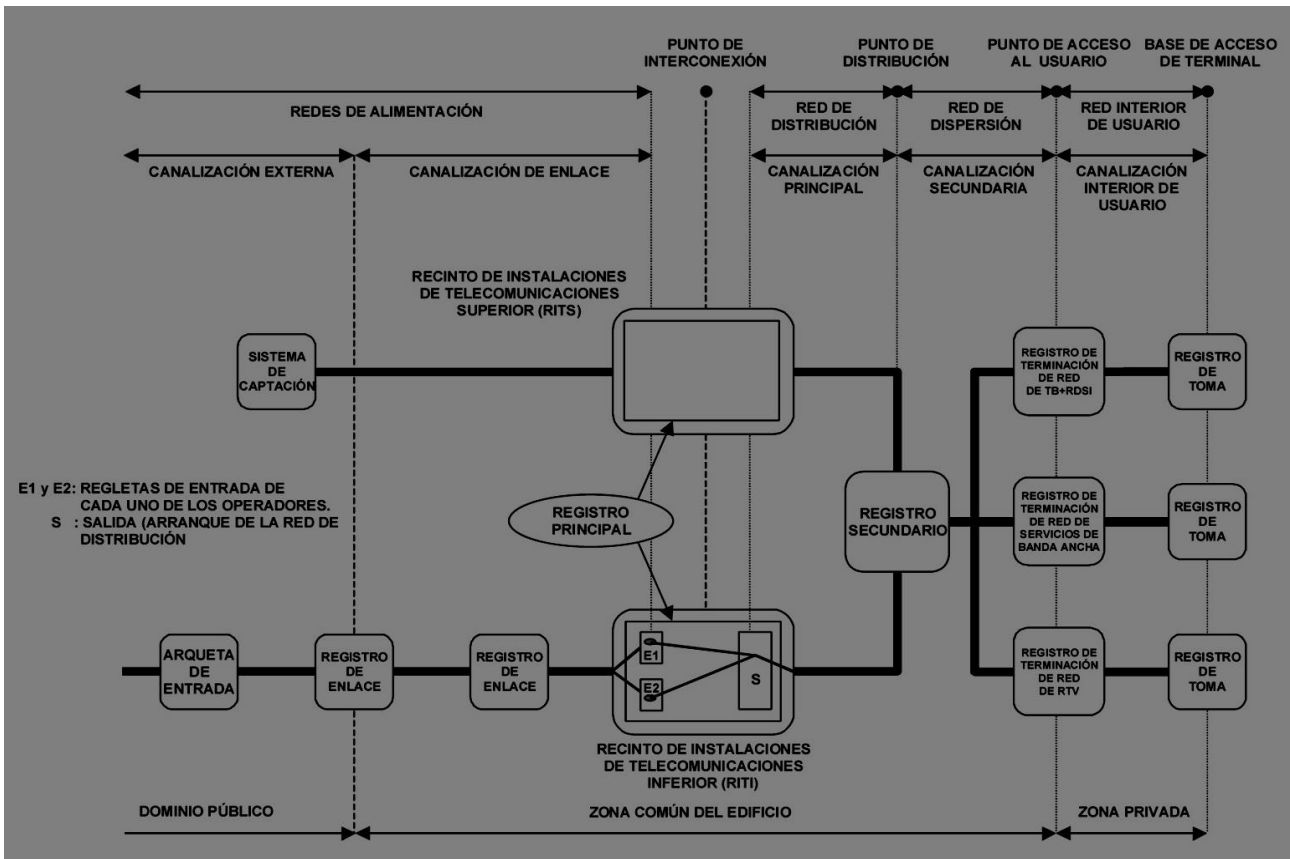
- Nivel máximo de salida del amplificador de cabecera: 110 dB μ V
- Atenuación de los cables (2150 MHz): ≤ 0.4 dB/m

4.3.3 Acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público

El objetivo de este capítulo es definir y dimensionar la red de telefonía a instalar, según el Anexo II del Real Decreto 346/2011, para proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público desde el domicilio familiar o Local comercial objeto de este proyecto técnico, considerando siempre la previsión de la demanda establecida en la normativa. Para abordar este capítulo, lo primero es describir la estructura de la red de telefonía, posteriormente dimensionarla de acuerdo a la demanda a largo plazo marcada por la normativa, y finalizar con la distribución de pares a la vivienda. Es importante resaltar que los resultados obtenidos en el capítulo anterior de captación, adaptación y distribución de señales de RTV y las especificaciones de la edificación en materia de telecomunicaciones influyen directamente en el diseño de la red de telefonía, hasta el punto de estar definidos el número de registros secundarios, y las viviendas a las que ofrece servicio cada uno de ellos.

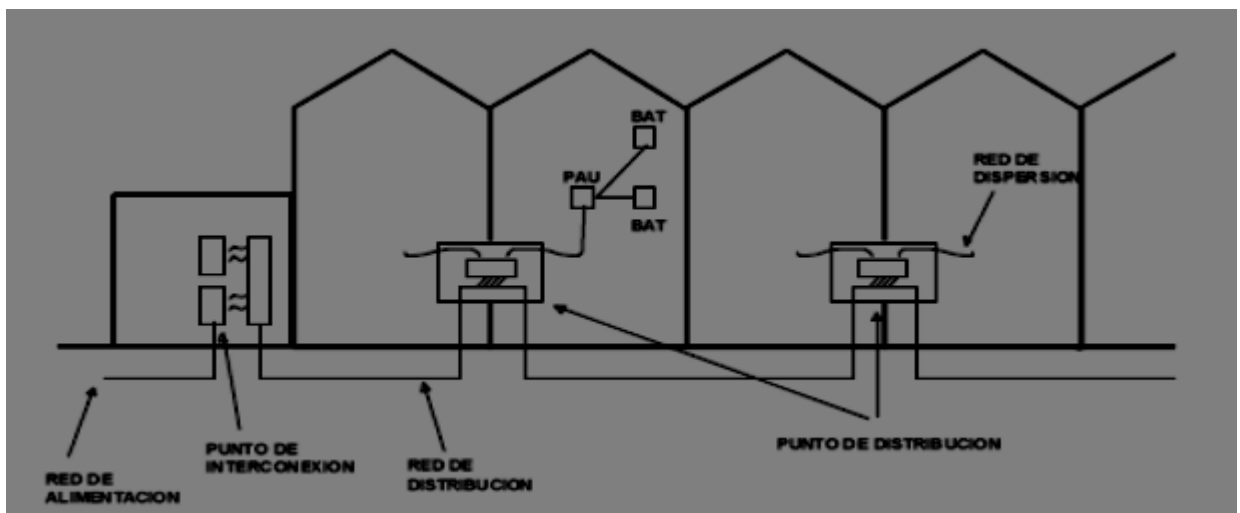
4.3.3.1 Establecimiento de la topología e infraestructura de la red

La red de telefonía es el conjunto de cables y equipos que prolongan las señales de telefonía básica desde las redes de alimentación de los distintos operadores hasta las bases de acceso de terminal situadas en el interior de las viviendas, su estructura se define a partir de las figuras siguientes. La primera aparece acompañada de la infraestructura de obra civil que soporta la red de telefonía, y en ella se observa todos los componentes necesarios hasta el exterior de la vivienda.



Esquema general de una ICT para viviendas unifamiliares.

Sin embargo, la segunda es algo más intuitiva, pues aparece la red tal y como se instalaría en un conjunto de viviendas unifamiliares.



Esquema general de red para viviendas unifamiliares.

4.3.3.1.1 Red de Alimentación

Comunica el exterior de la urbanización con el registro principal de TB + RDSI situado en el RITU, se accede desde la arqueta principal, pasando por el registro de enlace hasta llegar al RITU, a través de las canalizaciones externa y de enlace. Es responsabilidad de los operadores del servicio el diseño y dimensionado de esta red, y serán los encargados de llevar los cables desde el exterior hasta el punto de interconexión, ubicado en el interior del registro principal de TB, para dar servicio a los usuarios que lo hayan solicitado.

4.3.3.1.2 Red de Distribución

Une el punto de interconexión ubicado en el registro principal de TB con los puntos de distribución situados en los registros secundarios a través de la canalización principal, a lo largo de esta red se distribuyen todos los pares necesarios para ofrecer servicio a todos los usuarios de la calle, asumiendo un posible exceso de demanda, en definitiva, son la prolongación de los pares de la red de alimentación correspondientes a cada usuario. En este caso, la responsabilidad del diseño y dimensionamiento recae en la propiedad del inmueble. El cableado de la red de distribución se tira de una sola vez desde el punto de interconexión, pasando por los puntos de distribución ubicados en el interior de los registros secundarios, segregándose los pares que correspondan a cada vivienda para dar servicio de telefonía básica.

4.3.3.1.3 Red de Dispersión

Esta red une los puntos de distribución ubicados en los registros secundarios con los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red de TB + RDSI a través de la canalización secundaria, por lo que a lo largo de esta red discurren tan sólo los cables de acometida interior. Al igual que la red anterior, es responsabilidad de la propiedad del inmueble el diseño y dimensionado de la misma.

4.3.3.1.4 Red Interior de Usuario

Se distribuye en estrella a lo largo de la vivienda, prolongando los cables desde el punto de acceso al usuario hasta cada una de las bases de acceso de terminal, ubicadas en los

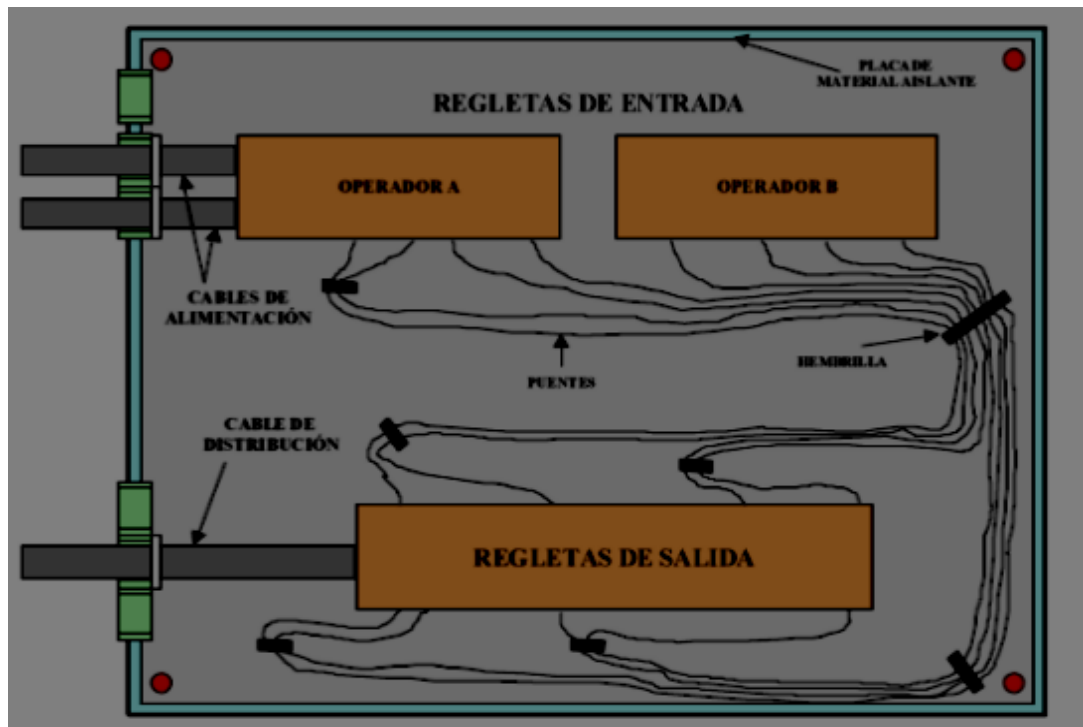
registros de toma, a través de la canalización interior de usuario. Nuevamente, es responsabilidad de la propiedad del inmueble el diseño y dimensionado de esta red.

4.3.3.1.5 Elementos de Conexión

- **Punto de interconexión**

Punto de unión entre la red de alimentación y la de distribución, se ubica en el registro principal de TB + RDSI, y se compone de las regletas de conexión de entrada y salida. No obstante, las regletas de entrada no se instalan, sino que se reserva espacio suficiente en el registro principal de TB para que cada operador del servicio instale su propia regleta de entrada, conectando a ésta los pares de su propia red de alimentación. Sin embargo, sí es responsabilidad de la propiedad del inmueble, la instalación de las regletas de salida, a la que se conectan todos los pares de la red de distribución.

La unión entre ambas regletas se lleva a cabo mediante hilos puente, de esta forma, el operador correspondiente puede dar servicio a un nuevo usuario simplemente puenteando los pares de la regleta de entrada con los de la regleta de salida que correspondan al usuario en cuestión. Para facilitar esta labor de montaje, se coloca, al lado de la regleta de salida, un cuadro con la asignación de pares para cada vivienda y reserva.



Punto de interconexión

- **Punto de distribución**

Punto de unión entre la red de distribución y la de dispersión, existiendo un punto de distribución por registro secundario, se compone de regletas de conexión, a las que se conectan por un lado los pares segregados de la red de distribución y por otro los cables de acometida interior de la red de dispersión. Al igual que en el punto de interconexión, se coloca al lado de las regletas de conexión un cuadro informativo con la distribución de pares en el punto de distribución, especificando la vivienda a la que pertenece cada par segregado.

Cabe destacar que las exigencias de calidad de señal requeridas para el servicio de radiodifusión sonora y televisión y las especificaciones de las edificaciones en materia de telecomunicaciones determinan ya el número de puntos de distribución, o de registros secundarios, así como las viviendas que enlazan con cada uno de ellos (en nuestro caso no será necesario al tratarse solo de una vivienda)

- **Punto de acceso al usuario (PAU)**

Punto de unión entre la red de dispersión y la red interior de usuario, se sitúa en el interior del domicilio, en el registro de terminación de red de TB + RDSI, permitiendo la delimitación de responsabilidades en cuanto a la generación, localización y reparación de

averías entre la propiedad del inmueble y el usuario del domicilio. Se compone de un PAU comercial, al que se conectan por un lado los pares individuales provenientes de la red de dispersión y por otro, los cables correspondientes a la red interior de usuario.

- **Base de acceso al terminal (BAT)**

Puntos de unión entre la red interior de usuario y los dispositivos telefónicos. Las bases de acceso terminal instaladas estarán dotadas de conector hembra tipo “Bell” de 6 vías, cumpliendo los requisitos especificados en el Real Decreto 1376/89 de 27 de Octubre.

4.3.3.2 Cálculo y dimensionamiento de la red y tipos de cables

El objeto de este apartado es dimensionar la red interior de telefonía del edificio, que comprende todas las partes de la red salvo la red de alimentación, cuyo diseño y dimensionado lo tiene que realizar el correspondiente operador del servicio de telefonía. Para el diseño de la red interior hay que tener en cuenta la previsión de la demanda a largo plazo, fijada por el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril en 2 líneas por vivienda.

- **Dimensionamiento de la Red de distribución**

Como se ha dicho, la normativa técnica establece 2 líneas por vivienda como previsión de la demanda, considerando que esto cubre las necesidades telefónicas de los usuarios, por consiguiente, la red de distribución debe prolongar 2 líneas para cada vivienda desde el punto de interconexión situado en el registro principal de TB + RDSI en el interior del RITU, en el caso del conjunto de viviendas unifamiliares objeto de este proyecto, al constar de tan solo una vivienda y un local comercial, como mínimo, la red de distribución debe soportar 4 líneas. No obstante, no se puede dejar pasar por alto un posible exceso de demanda de líneas o averías, por lo que se multiplica, según el reglamento, por 1,4 la cifra de demanda prevista para asegurar una ocupación máxima de la red del 70%, obteniéndose 6 líneas necesarias a distribuir, de las cuales sólo 4 llegarán hasta los puntos de acceso al usuario, el resto se reservarán para cuando sea necesario.

Para la tirada de pares a lo largo de la red de distribución se emplean cables normalizados de un determinado número de pares, así pues, para la distribución de los 6 pares obtenidos, se utiliza el cable o conjunto de cables normalizados, de capacidad igual

o superior a dicho valor. Por otro lado, la normativa limita la capacidad máxima de los cables de distribución a 25 pares que en nuestro caso no tendremos ningún tipo de problema al respecto.

- **Dimensionamiento de la red de Dispersión**

Los pares segregados en cada punto de distribución, corresponden a las líneas de previsión de la demanda de las viviendas a las que da servicio dicho punto de distribución, más los destinados a reserva. Por tanto, hay que prolongar a cada punto de acceso al usuario, es decir, a cada vivienda, las dos líneas telefónicas que le corresponden para cumplir con la demanda a largo plazo, esta función es desempeñada por la red de dispersión, conectando un cable de dos pares desde la regleta del punto de distribución del registro secundario hasta la regleta (PAU comercial) instalada en el punto de acceso al usuario del registro de terminación de red de TB. Así pues, el PAU comercial situado en el interior de las viviendas será de dos líneas, siendo necesario sólo uno por registro de terminación de red de TB.

- **Dimensionamiento de la Red Interior de Usuario**

Una vez conectadas las dos líneas correspondientes a cada vivienda en el PAU comercial del punto de acceso al usuario, sólo falta conectar éste con las bases de acceso de terminal (BAT) a través de la red interior de usuario, para lo que se usa un cable de un par de hilos, pero ¿cuántos BAT hay que conectar?. En el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril se dice que el número mínimo de BAT será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. En el edificio de este proyecto, la vivienda se compone de 8 estancias, dimensionando la red interior de usuario para dar servicio de telefonía a 7 de ellas y dos tomas más para el local comercial. Por lo tanto el PAU se conecta con siete BAT mediante siete cables de un par y el PAU del local con dos BAT, haciendo un total de 9 pares necesarios.

4.3.3.3 Estructura de distribución y conexión de pares

Como se ha dicho, la red de distribución se compone de 6 líneas, 4 de ellas, 2 líneas por cada una de las dos dependencias (casa y local comercial), para cumplir con la previsión de demanda establecida en la normativa, y el resto, un total de 2, de alguna manera deben ser distribuidas para reserva entre todos los puntos de distribución de la

construcción. A priori, las líneas de todas las viviendas tienen la misma probabilidad de sufrir alguna avería al igual que todos los usuarios necesitan una línea de más, por lo que la mejor opción es distribuir las líneas restantes equitativamente. Al ser el número de dependencias un total de 2, y el de líneas sobrantes 2, entonces, la estrategia a seguir para disminuir la posibilidad de no soportar un exceso de demanda, es segregar un par telefónico más por dependencia, es decir, un par telefónico más para la vivienda y otro par para el local comercial.

Ya se sabe cuántos pares pertenecen a cada punto de distribución, pero ahora hay que definir una estructura de distribución tanto para el punto de interconexión como para los de distribución, que identifique unívocamente un par telefónico con la vivienda o reserva a la que pertenece, y así evitar confusiones y facilitar la labor de conexión del instalador. Los cables normalizados siguen un estricto código de colores que determina el número del par, de manera que la asignación de pares se hace consecutivamente, permitiendo conocer en todo momento a qué dependencia pertenece un par telefónico segregado en un punto de distribución. Por normativa, el tamaño de las regletas del punto de interconexión debe ser de 10 pares, como la red de distribución consta de 6 pares y todos se conectan al punto de interconexión, solo se necesitara una regleta de conexión de salida.

En el registro principal de TB situado en el RITU se colocará un documento para conocer la distribución y conexión de pares y facilitar así los trabajos posteriores, tales como la conexión con los operadores de telefonía o arreglos de averías. De la misma manera, en los registros secundarios también se colocará un informe con la distribución de pares en el punto de distribución, en el que se especifique la vivienda a la que pertenece cada par segregado.

4.3.3.4 Número de tomas

En el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril se establece que el número mínimo de BAT será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. En este proyecto, se ofrece servicio de telefonía a todas y cada una de las estancias de las viviendas, excluyendo una toma en el 3ªPlanta, satisfaciendo así las exigencias de la normativa. Como ya es sabido, el número de tomas de usuario en telefonía serán las mismas que en RTV, es decir 7 tomas para la vivienda y 2 para el local

comercial, resultando un total de 9 tomas a instalar, dotadas de conector hembra tipo Bell de 6 vías, cumpliendo los requisitos especificados en el Real Decreto 1376/89 de 27 de Octubre.

4.3.3.5 Dimensionamiento de:

4.3.3.5.1 Punto de Interconexión

En la normativa se especifica que en el punto de interconexión la capacidad de cada regleta será de 10 pares, en nuestro caso, el número de pares a conectar en este punto son 2, lo que asegura una ocupación máxima de la red del 20%., por consiguiente, se colocara 1 regleta de salida de 10 pares cada una en el punto de interconexión, situado en el interior del registro principal de TB.

4.3.3.5.2 Punto de Distribución de cada planta

En este punto, el objetivo es conocer el número de regletas de conexión necesarias en cada punto de distribución para conectar los pares segregados en ellos. Según el reglamento de ICT, en el punto de distribución la capacidad de cada regleta será de 5 ó 10 pares, y se determina el número de regletas de conexión de la siguiente manera:

$$\text{n}^\circ \text{ regletas} = \text{n}^\circ \text{ total pares de distribución} / \text{n}^\circ \text{ plantas pares regleta}$$

En nuestro caso, al no tratarse de un edificio con varias viviendas por planta, sólo se utilizará dos regletas de 5 pares cada una. Se considera más favorable esta opción que la de colocar solamente una regleta de 10 pares.

4.3.3.6 Resumen de los materiales necesarios para la red de telefonía

4.3.3.6.1 Cables

- Para la red de distribución:

Se necesita 3 cables normalizados o manguera de 3 pares doble cada uno de 2 metros de longitud, tirados de una sola vez, siguiendo el recorrido indicado en el Plano 6.

- Para la red de dispersión:

1 metro de cable de 2 pares

- Para la red interior de usuario:

63 metros de cable de 1 par.

4.3.3.6.2 Regletas de Punto de Interconexión

1 regleta de 10 pares.

4.3.3.6.3 Regleta de punto de distribución

2 regletas de 5 pares cada una.

4.3.3.6.4 Punto de Acceso al Usuario (PAU)

2 PAUs de 2 líneas, uno para la vivienda y el otro para el Local Comercial.

4.3.3.6.5 Base de Acceso de Terminal (BAT)

9 BATs esquipadas de conector hembra tipo Bell de 6 vías, una por cada estancia de la vivienda excluyendo una estancia en la 3ª Planta y dos para el local comercial.

4.3.4 Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de banda ancha

El objeto de este capítulo es describir la red, según el Anexo III del Real Decreto 401/2003, destinada a permitir el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha ofrecidos por operadores de redes de telecomunicaciones por cable (TLCA), operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI) y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones. Pero no diseñarla, dimensionarla ni instalarla, debido a que es competencia de los operadores del servicio el despliegue y mantenimiento de la misma. Sin embargo, sí que se realiza la infraestructura de obra civil que soportará en un futuro a dicha red, definiéndola adecuadamente en el siguiente capítulo de canalización e infraestructura de distribución.

4.3.4.1 Topología de la red

La red de telecomunicaciones de banda ancha es el conjunto de cables y equipos que prolongan las señales desde las redes de alimentación (centrales) de los distintos operadores hasta las tomas de usuario situadas en el interior de las viviendas, se estructura de la siguiente manera:

- **Red de alimentación**

Es la red de acceso de los diferentes operadores de telecomunicaciones de banda ancha al interior de la urbanización, pudiendo prolongar su servicio hasta el registro principal, donde se sitúa el punto de interconexión. Dicho acceso puede hacerse mediante cables o medios radioeléctricos, según elección del operador del servicio, Si es por medio de cables, se introducirán éstos a través de la arqueta principal y de la canalización externa y de enlace. Sin embargo, si es acceso inalámbrico, se colocarán sistemas de captación en la azotea del recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU) para recibir las señales del servicio, a continuación se introducirán en el interior del RITU a través del elemento pasamuros hasta llegar a los equipos de recepción y adaptación, que adecuan la señal para su distribución en el punto de interconexión.

En relación a la infraestructura que soportará esta red, decir que se instalan, la arqueta de entrada, las canalizaciones externa y de enlace, y se reserva espacio suficiente en el RITU para que los diferentes operadores del servicio puedan colocar sus registros principales de TLCA y SAFI. Así pues, la infraestructura queda montada a falta de que los operadores del servicio diseñen, dimensionen e instalen el equipamiento y los cables oportunos.

- **Red de distribución**

Conjunto de cables y equipos que une el punto de interconexión situado en el registro principal de TLCA y SAFI en el interior del RITU, con las tomas de usuario, este enlace se realizará en dos fases, la primera será llevar un cable desde el repartidor de cada operador para cada vivienda que desee acceder al servicio ofrecido por dicho operador, hasta el punto de terminación de red de cada vivienda, a través de las canalizaciones principal y secundaria y los registros secundarios, y la segunda será utilizar un distribuidor colocado en el punto de terminación de red para prolongar este cable hasta cada una de las tomas de usuario, a través de la canalización interior de usuario y los

registros de terminación de red y de toma, por tanto, en ambas fases, la distribución de cables mantendrá topología en estrella.

En cuanto a la infraestructura que soportará esta red, decir que se instalan las canalizaciones (principal, secundaria e interior de usuario) y registros (secundarios, de terminación de red de servicios de banda ancha y de toma) necesarios, cumpliendo las especificaciones técnicas exigidas en el reglamento. Así pues, la infraestructura queda montada a falta de que los operadores del servicio diseñen, dimensionen e instalen el equipamiento y los cables oportunos.

- **Elementos de conexión**

- 1. Punto de distribución (interconexión)**

Punto de unión entre las redes de alimentación de los diferentes operadores del servicio y la de distribución de la ICT de la urbanización, se encontrará en los repartidores colocados en los distintos registros principales de TLCA y SAFI, independientes para cada operador del servicio, y situados en RITU, y partirá un cable por operador a cada vivienda que solicite el acceso al servicio ofrecido por los operadores, estableciéndose por tanto, una distribución en estrella.

Respecto a la infraestructura, decir que se reserva espacio suficiente en el RITU para que los diferentes operadores del servicio puedan colocar sus registros principales de TLCA y SAFI, e instalar en el interior los elementos necesarios para una adecuada distribución de la señal, como pueden ser, amplificadores, derivadores, distribuidores, etc, pero que en ningún momento se instala, pues es responsabilidad del correspondiente operador de telecomunicación.

- 2. Punto de terminación de red (punto de acceso al usuario)**

A partir de este punto, la red de distribución entra en el interior de la vivienda, se situará en los registros de terminación de red, conectándose por un lado el cable proveniente del punto de interconexión, y por otro, los cables que unen las tomas de usuario, formando una distribución en estrella.

4.3.4.2 Número de tomas

A lo largo del capítulo se ha ido comentado los elementos de la infraestructura de obra civil a instalar, salvo el número de registros de toma que albergarán las tomas de usuario. Según el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, el número mínimo de tomas de usuario por vivienda será de una por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos. Al igual que en los servicios de RTV y telefonía básica, se instala un registro de toma de usuario en todas y cada una de las estancias de las viviendas, satisfaciendo así las exigencias de la normativa, por consiguiente, al estar formado el edificio de una vivienda con 8 estancias sin contar baños, vestidor y terraza, dejando una estancia en la 3ª planta sin toma, y un local comercial con dos tomas, el número de registros de toma asciende a un total de 9, observándose en los Planos 3 y 4 la ubicación exacta de los mismos. Se ha elegido el mismo número de tomas que en la estructura de telefonía situando cada toma de banda ancha al lado de cada toma de telefonía y de televisión.

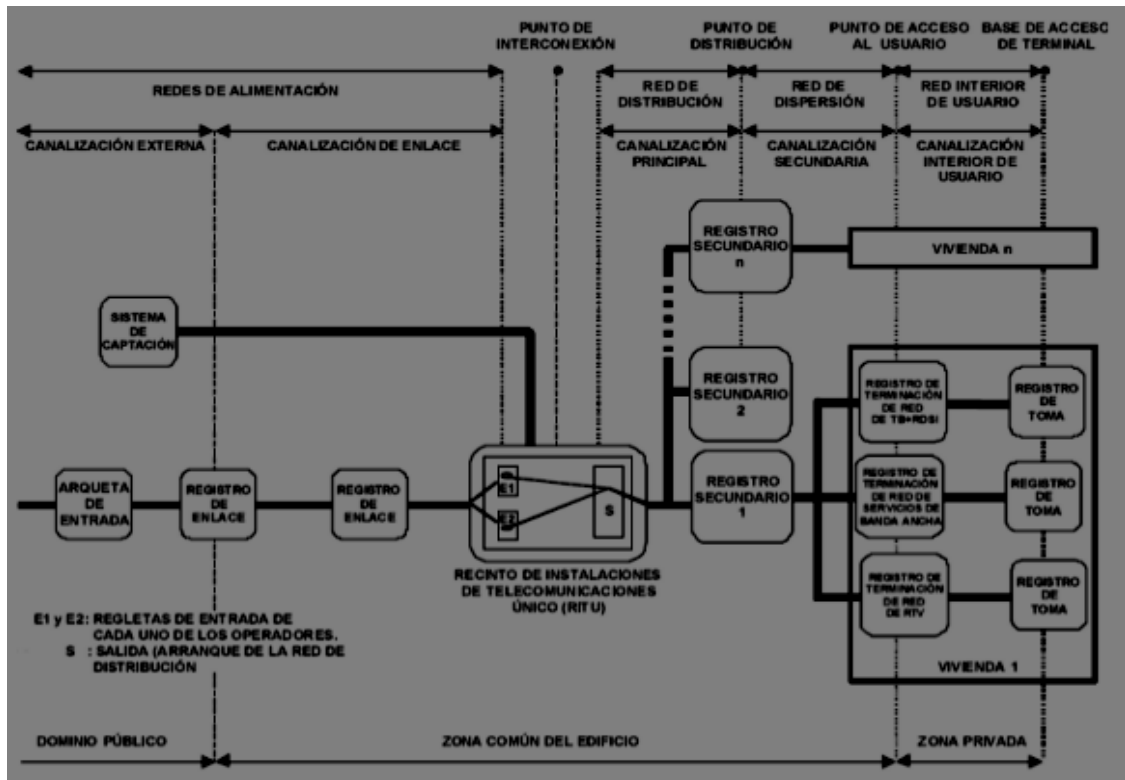
Las tomas de usuario se instalarán, en un futuro, por los operadores del servicio de telecomunicaciones de banda ancha en el interior de los 9 registros de toma que se dejan preparados en la infraestructura del edificio.

4.3.5 Canalización e infraestructura de distribución

El objetivo de este apartado es conocer y diseñar, según el Anexo IV del Real Decreto 346/2011, los elementos (canalizaciones, recintos y elementos complementarios) de que se compone la infraestructura de obra civil de nuestra urbanización, permitiendo desplegar las redes de telecomunicación y proporcionar acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicaciones. Previamente se explica el esquema general de una ICT para agrupaciones de viviendas unifamiliares, una vez familiarizados con los términos, se diseña y dimensiona la infraestructura de distribución cumpliendo los requisitos mínimos exigidos en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo.

4.3.5.1 Consideraciones sobre el esquema general del edificio

La topología de una ICT para agrupaciones de viviendas unifamiliares o para una sola vivienda unifamiliar se explica partiendo de la siguiente figura que se muestra a continuación:



Esquema general de una ICT para viviendas unifamiliares

Si se habla de redes de telecomunicaciones para acceso a los servicios, el esquema de ICT se divide en cuatro, cada una tiene una función específica y engloba unos determinados elementos, además de definirse unos puntos de referencia, puntos que son unión entre redes.

- **Red de Alimentación**

Su función es introducir la red de alimentación de los diferentes operadores desde el exterior hasta los registros principales situados en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU), en donde se produce la interconexión con la red de distribución de la ICT. Por la parte inferior del edificio se llega desde el exterior hasta los registros principales a través de la arqueta de entrada, pasando por la canalización externa y de enlace. Por la parte superior, a través del pasamuro y de la canalización de enlace.

- **Red de Distribución**

El cometido de esta red es distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación desde el punto de interconexión, situado en los registros principales, hasta el punto de distribución, situado en cada uno de los registros secundarios, a través de la canalización principal.

- **Red de Dispersión**

La función de esta red es unir el punto de distribución con el punto de acceso al usuario (PAU), situado en los registros de terminación de red, a través de la canalización secundaria, llegando así las señales de los diferentes servicios de telecomunicación a la vivienda.

- **Red Interior de Usuario**

Distribuye las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de la vivienda desde el punto de acceso al usuario hasta las bases de acceso de terminal, situadas en los registros de toma a través de la canalización interior de usuario.

Los puntos de referencia definidos en el esquema de ICT, y nombrados anteriormente en la definición de las redes son:

- **Punto de interconexión o de terminación de la red**

Es el lugar de unión entre las redes de alimentación de los diferentes operadores y la red de distribución, y se sitúa en los registros principales dentro del recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU).

- **Punto de distribución**

Es el lugar de unión entre las redes de distribución y de dispersión.

- **Punto de acceso al usuario (PAU)**

Es el lugar de unión entre las redes de dispersión e interior de usuario, y se sitúa en los registros de terminación de red.

- **Base de acceso de terminal**

Es el punto final de la red interior de usuario y donde se conectan los terminales para acceder a los servicios de telecomunicaciones soportados en la ICT. Se sitúa en los registros de toma.

Ya se han explicado las redes y los puntos de referencia en los que se divide el esquema de una ICT, ahora, en los siguientes apartados se definen y dimensionan cada uno de los elementos de la infraestructura de canalizaciones que soportan dichas redes.

4.3.5.2 Arqueta de Entrada y Canalización Externa

- **Arqueta de entrada**

Es el punto de unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores y la infraestructura común de telecomunicación del edificio. Se encuentra en el exterior de este, y desde ella parte la canalización externa que llega hasta el punto de entrada general de dicho edificio. Es responsabilidad de la propiedad del inmueble la construcción de la misma y del operador enlazar su red de servicio con la arqueta de entrada. Se colocará en la zona indicada en el Plano 6.

Las dimensiones mínimas de la arqueta de entrada van en función del número de puntos de acceso a usuario del edificio. El Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, define unas dimensiones mínimas según este número de puntos de acceso, esto se recoge en la tabla siguiente:

Número de puntos de acceso al usuario del inmueble	Dimensiones en mm (longitud x anchura x profundidad)
Hasta 20	400x400x600
De 21 a 100	600x600x800
Más de 100	800x700x820

En nuestro caso, el número de punto de acceso al usuario es de 2, por lo que la arqueta de entrada tendrá unas dimensiones interiores mínimas de 400x400x600 mm (longitud x anchura x profundidad). Sus características se especifican en Pliego de Condiciones.

- **Canalización externa**

Es la que soporta los cables de la red de alimentación de los servicios de telecomunicación desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general, este punto

es el lugar por donde se accede a la zona común del edificio. Es responsabilidad de la propiedad del inmueble la construcción de la misma. El Reglamento de ICT especifica que la canalización externa debe estar formada por conductos de 63 mm de diámetro, y que el número de conductos depende del número de puntos de acceso al usuario, esto se muestra en la tabla que se muestra a continuación junto con la utilización de cada conducto:

Nº de puntos de acceso al usuario del inmueble	Nº de conductores	Utilización de los conductores
Hasta 4	3	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 1 reserva
De 5 a 20	4	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 1 reserva
De 21 a 40	5	2 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva
Más de 40	6	3 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva

En nuestro caso, el número de puntos de acceso al usuario es de 2, por lo que la canalización externa estará formada por 3 conductos de 63 mm de diámetro, usándose 1 para TB+RDSI, 1 para TLCA y 1 de reserva, sus características se especifican en el Pliego de Condiciones y se instalarán en la zona indicada en el Plano 3 y en el Plano 4.

4.3.5.3 Registro de Enlace

Cuando es necesario, el registro de enlace hace la función de unión entre la canalización externa y la de enlace, situándose en el punto de entrada general por el lado interior del inmueble. En nuestro caso, la canalización de enlace inferior es subterránea, es prolongación de la canalización externa, por lo que no es necesario el registro de enlace inferior asociado al punto de entrada general. Cuando la canalización está formada por tubos, como es nuestro caso, se colocan registros de enlace en determinados casos:

- Cada 50 m de longitud en canalización por superficie o subterránea. Nuestra canalización de enlace superior (superficial) e inferior (subterránea) no alcanzan esta longitud, por lo que no es necesario registro de enlace en este caso.
- En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados. Ambas canalizaciones son tramos rectos, por lo que no es necesario registro de enlace en este caso.

No es necesaria la colocación de ningún registro de enlace en la infraestructura del edificio.

4.3.5.4 Canalización de enlace inferior y superior

4.3.5.4.1 Canalización de enlace inferior

Es la que sustenta los cables de la red de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores desde el punto de entrada general hasta los registros principales situados en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU). Está formada por tubos instalados en canalizaciones y es prolongación de la canalización externa, por lo que el número y dimensiones de los tubos es igual al de la canalización externa, que en nuestro caso eran 3 tubos (1 TB+RDSI, 1 TLCA y 1 reserva) de 63 mm de diámetro cada uno.

4.3.5.4.2 Canalización enlace superior

Es la que alberga los cables que van desde los sistemas de captación hasta el elemento pasamuro situado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU). Estos cables van sin protección entubada desde los sistemas de captación hasta el punto de entrada (pasamuro). En nuestro caso no tendremos canalización de enlace superior en nuestro edificio.

4.3.5.5 Recinto de Instalación de Telecomunicación

Como nuestro caso es una sola vivienda unifamiliar, sólo es necesario construir un recinto de instalaciones de telecomunicación.

- **Recinto Inferior**

En la infraestructura del edificio no procede el uso de este recinto

- **Recinto Superior**

En la infraestructura del edificio no procede el uso de este recinto

- **Recinto Único**

Es el local donde se alojan el registro principal de telefonía y el equipamiento de cabecera (amplificadores, mezclador y distribuidores) para adaptar las señales de RTV terrestre procedentes de los elementos de captación para su posterior distribución por la ICT. También se reserva espacio suficiente tanto para que los operadores del servicio de TLCA y SAFI puedan instalar su registro principal como para un posterior montaje de los elementos necesarios (amplificadores) para el acondicionamiento de la señal de televisión por satélite. Por la parte inferior del recinto entra la canalización de enlace, que soporta la red de alimentación, y sale la canalización principal, que alberga la red de distribución.

Las dimensiones mínimas del recinto de instalaciones único van en función del número de puntos de acceso a usuario de la urbanización. El Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, define unas dimensiones mínimas según este número de puntos de acceso, esto se recoge en la Tabla siguiente:

Nº de puntos de acceso al usuario del inmueble	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)
Más de 10	2300	2000	2000
Hasta 10	2000	1000	500

En nuestro caso, el número de puntos de acceso al usuario es de 2, por lo que el recinto único de instalaciones de telecomunicaciones tendrán unas dimensiones mínimas de 2000 x1000x500 mm (altura x anchura x profundidad). Se ubica en zona comunitaria sobre la rasante y alejado del centro de transformación de energía.

Tendrá una puerta de acceso metálica con apertura hacia el exterior y de cerradura de tamaño 1900 x 900 mm (altura x anchura), la llave la tendrá el propietario de la vivienda, o la persona responsable que permita el acceso a los diferentes operadores de los servicios de telecomunicaciones para realizar instalaciones y mantenimientos necesarios. Dispone de rejillas para ventilación natural directa. Tiene su correspondiente instalación eléctrica, como son el cuadro de protección, al que llega una canalización eléctrica directa desde el cuadro de servicios generales de la urbanización, sistema de puesta a tierra y cuatro bases de enchufe con toma de tierra, y se reservará espacio suficiente para que los operadores de telecomunicaciones instalen sus correspondientes

cuadros de protección, hasta un máximo de dos. Se instala un sistema de alumbrado que proporciona una iluminación de 300 lux y uno de emergencia. Se coloca una placa de identificación de la instalación de tamaño mínimo 200 x 200 mm (ancho x alto) en zona visible a una altura entre 1200 y 1800 mm.

Al detallar la ubicación del equipamiento del RITU, se habla de pared izquierda, derecha y del fondo, tomando como punto de referencia mirar hacia el interior del recinto desde la puerta de acceso.

1. **Pared izquierda:** se instala el registro principal de TB + RDSI y se coloca a media altura una toma de corriente.
2. **Pared derecha:** se reserva espacio suficiente para el registro principal de TLCA y SAFI y se coloca una base de enchufe a media altura.
3. **Pared del fondo:** se instala en la esquina superior izquierda el cuadro de protección, y se reserva espacio para otros dos posibles cuadros más, se coloca una base de enchufe a media altura en la parte izquierda y otra en la parte derecha para alimentar las cabeceras de RTV. El equipo de cabecera se distribuye de forma que en la mitad inferior de la pared se instalan los elementos de RTV terrestre y se reserva el resto de la mitad superior para los componentes de la televisión por satélite. A continuación se muestra un ejemplo de cómo podría quedar distribuida esta pared, si estuviesen instalados los elementos de la televisión por satélite:



Ejemplo equipamiento del RITU

- **Equipamiento de los mismos**

El recinto de instalaciones de telecomunicaciones único dispone del siguiente equipamiento:

- Registro Principal de TB + RDSI

- 1 Amplificador Banda ancha
- 1 Amplificador FI
- Mezclador MATV-FI
- 2 Distribuidores de 4 salidas
- Cuadro de protección
- 4 bases de enchufe
- Sistema de puesta a tierra
- Canales horizontales para el tendido de los cables
- Alumbrado normal y de emergencia
- Placa identificativa de la instalación

4.3.5.6 Registros principales

Es el elemento que alberga el punto de interconexión entre las redes de alimentación y de distribución, se aloja en el interior del RITU y existe dos modelos, uno para el servicio de TB + RDSI y otro para el de TLCA y SAFI.

El registro principal para TB + RDSI es una caja de ciertas medidas, tales que permiten instalar las regletas de salida, en concreto 2 regletas de 5 pares (calculadas en el apartado de telefonía), y además reservar espacio suficiente para que los diferentes operadores de telecomunicación puedan montar sus regletas de entrada, hasta un máximo de 1,5 veces las regletas de salida, es decir, hueco para 3 regletas de 5 pares, por tanto, las medidas necesarias para que no haya problema de espacio son 500 x 500 x 150 mm.

El registro principal para TLCA y SAFI no se dimensiona, únicamente se reserva espacio en el RITU, ya que su instalación es responsabilidad del correspondiente operador de telecomunicación. El espacio reservado se muestra en el Plano 6 y es más que suficiente para que en el registro se puedan instalar los elementos necesarios para una adecuada distribución de la señal, como por ejemplo, amplificadores, derivadores, distribuidores, etc.

4.3.5.7 Canalización Principal y Registros Secundarios

- **Canalización Principal**

Es la que soporta los cables de la red de distribución de los servicios de telecomunicación desde el RITU hasta los registros secundarios, en nuestro caso hasta los PAUs. Por la estructura del edificio, se diseña una única canalización principal, pero con dos salidas desde el RITU, para poder satisfacer así los requisitos de los servicios de RTV calculados que exigían cuatro ramales, dos de ellos introducidos por una salida y los otros dos por la otra, dicha canalización está formada por tubos enterrados que pasan por zona común y de fácil acceso. El Reglamento de ICT especifica que la canalización principal debe estar formada por tubos de 50 mm de diámetro de pared interior lisa, y que el número de tubos depende del número de viviendas (número de puntos de acceso al usuario), el dimensionamiento mínimo se muestra en la tabla siguiente junto con la utilización de cada tubo:

Nº de puntos de acceso al usuario del inmueble	Nº de tubos	Utilización
Hasta 12	5	1 tubo RTV 1 tubo TB+RDSI 2 tubos TLCA y SAFI 1 tubo reserva
De 13 a 20	6	1 tubo RTV 1 tubo TB+RDSI 2 tubos TLCA y SAFI 2 tubos reserva
De 21 a 30	7	1 tubo RTV 1 tubo TB+RDSI 3 tubos TLCA y SAFI 2 tubos reserva
Más de 30	Cálculo específico en el proyecto de ICT	Cálculo específico (dimensionamiento mínimo): 1 tubo RTV 2 tubos TB+RDSI 1 tubo TLCA y SAFI por cada 10 PAU o fracción, con mínimo de 4. 1 tubo reserva por cada 15 PAU o fracción, con un mínimo de 3.

En nuestro caso, el número de puntos de acceso al usuario es de 2, por lo que la canalización principal estaría formada como mínimo por 5 tubos de 50 mm de diámetro, usándose 1 para RTV, 1 tubo TB+RDSI, 2 para TLCA y SAFI y 1 tubo de reserva.

- **Registros Secundarios**

Son los compartimentos en los que se unen la red de distribución con la de dispersión conectando la canalización principal con las secundarias, aunque también se utilizan para los cambios de dirección de la canalización principal, en ambos casos, se colocan en zona común de fácil acceso, y además, disponen de un sistema de cierre con llave. Al ser una estructura de una sola vivienda y local comercial pequeño, no se dispondrá de registros secundarios.

4.3.5.8 Canalización Secundaria y Registros de PASO

- **Canalización Secundaria**

Es la que sustenta los cables de la red de dispersión de los servicios de telecomunicación entre los registros secundarios y de terminación de red de cada vivienda. Como se ha explicado anteriormente, al no haber registros secundarios no tendremos canalizaciones secundarias ya que se conectará directamente el RITU con el PAU a través de la red de dispersión.

- **Registro de paso**

Se intercalan en las canalizaciones secundarias e interior de usuario cuando éstas tengan una longitud superior a 15 m o exista más de dos codos, curvas de noventa grados, a lo largo de las mismas, se instalan empotrados y su finalidad es facilitar el tendido de los cables y el posterior mantenimiento. En el Reglamento de ICT se definen tres tipos de registro de paso según la canalización en la que sea necesario:

	Dimensiones (mm) (altura x anchura x profundidad)	Nº de entradas en cada lateral	Diámetro máximo del tubo (mm)
Tipo A	360x630x120	6	40
Tipo B	100x100x40	3	25
Tipo C	100x160x40	3	25

El registro de paso de tipo A se utilizará para canalizaciones secundarias en tramos comunitarios, de tipo B para canalizaciones secundarias en los tramos de acceso a la vivienda y para canalizaciones interiores de usuario de TB + RDSI, y de tipo C para las canalizaciones interiores de usuario de TLCA, RTV y SAFI.

En nuestro proyecto, al no haber canalizaciones secundarias y la red de dispersión no excede los 15 m de longitud, no se colocará ningún registro de paso.

4.3.5.9 Registros de Terminación de Red

Son el punto de unión entre las redes de dispersión e interior de usuario, en su interior se encuentran los elementos que forman los correspondientes puntos de acceso al usuario. Cada servicio tiene asociado su propio registro de terminación de red, por lo que son necesarios tres registros, cabe la posibilidad de integrar todos en el mismo cuadro, y es la opción por la que nos decantamos, entonces, según el Reglamento de ICT, cuando los tres servicios se componen en un único registro, las dimensiones mínimas serán de 300 x 500 x 60 mm (altura x anchura x profundidad), con cierre de tapa, este único registro se sitúa en el interior de la vivienda y empotrado en la pared a una altura entre 200 mm y 2300 mm del suelo, en concreto, a una distancia de 200 mm para así facilitar la instalación de la canalización interior por el suelo y no ser muy visible a simple vista para no romper la estética de la vivienda.

Como se ha dicho, en cada registro de terminación de red se alberga el punto de acceso al usuario correspondiente a su servicio y los elementos que lo hacen posible. Para el servicio de TB + RDSI, en el registro se instala un PAU de de 2 líneas, de forma que por un lado se conectará el cable de 2 pares de la red de dispersión, y por otro, los cables de 1 par que forman la red interior de usuario y unen el PAU con los diferentes BAT. Para el servicio de RTV, en la vivienda se instala un PAU + distribuidor de 4 salidas, que permite seleccionar uno de los dos cables que llegan desde la red de dispersión, y distribuirlo a las estancias de la vivienda. Respecto al servicio TLCA y SAFI, se deja espacio para una posterior instalación de los elementos requeridos para la distribución de la señal. Por último, decir que se pondrá en el cuadro de registros una base de enchufes por si fuese inevitable tener elementos activos, como por ejemplo, amplificadores.

4.3.5.10 Canalización Interior de Usuario

Es la que alberga los cables de la red interior de usuario entre los registros de terminación de red y de toma, está formada por tubos empotrados por el interior de la vivienda siguiendo una estructura en estrella, es decir, el registro de terminación de red de un servicio se une sólo a los registros de toma asignados a ese servicio. Antes de dimensionar la canalización interior, es necesario conocer cuántos registros de toma habrá instalados en cada vivienda. Según el Real Decreto 401/2003 de 4 de abril, el número mínimo de registros de toma será de tres (uno para cada servicio: TB + RDSI, TLCA y SAFI, y RTV) por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos registros para cada servicio. En nuestro proyecto, no desde todas las estancias se tiene acceso a todos los servicios básicos de telecomunicación, con lo que será necesario instalar un registro de toma por servicio en cada estancia en que se ha decidido, con este diseño se satisfacen las exigencias de la normativa. Una vez sabido el número de registros de toma, 21, 3 por cada una de las 7 estancias de la vivienda y 6 para el local comercial, la canalización interior estará formada por 27 tubos de 20 mm de diámetro, dimensión especificada en el Reglamento, empotrados por el interior de la vivienda, usándose 9 para TB + RDSI, 9 para TLCA y SAFI y 9 para RTV. Además en cada planta se instalarán una toma de reserva en uno de los puntos acceso de cada planta, habiendo un total de 33 tomas, haciendo un total de 33 tubos.

4.3.5.11 Registros de Toma

Son el punto final de la canalización e infraestructura de distribución, en ellos termina la red y canalización interior de usuario y albergan las bases de acceso de terminal (BAT) o tomas de usuario. Se sitúan empotrados en la pared, y según el Reglamento de ICT, las dimensiones mínimas son 64 x 64 x 42 mm (altura x anchura x profundidad), además de tener por lo menos dos orificios separados entre sí un mínimo de 60 mm donde poder atornillar la toma de usuario. Es en las tomas donde el usuario conectará los equipos de telecomunicación para disfrutar de los servicios que se ofrecen, como por ejemplo, un router o teléfono para el servicio de TB + RDSI o un decodificador para el servicio de RTV, TLCA y SAFI, como es lógico, este equipamiento requiere alimentación eléctrica, por tanto, habrá una base de enchufe a no más de 500 mm de cualquier registro de toma. Respecto a la ubicación de los registros de toma, cabe decir que los registros de todos los servicios, RTV, TLCA y SAFI, y TB se colocarán próximos entre sí, ya que el

decodificador de RTV, TLCA y SAFI se conecta normalmente al mismo televisor, y además, la interactividad de la televisión digital terrestre (TDT) será por línea telefónica.

Según el Real Decreto 346/2011 del 11 de marzo, el número mínimo de registros de toma será de tres (uno para cada servicio: TB + RDSI, TLCA y SAFI, y RTV) por cada dos estancias o fracción, excluidos baños y trasteros, con un mínimo de dos registros para cada servicio. En nuestro proyecto, se satisfacen las exigencias de la normativa, pues, desde todas las estancias se tiene acceso a todos los servicios básicos de telecomunicación, con lo que será necesario instalar un registro de toma por servicio en cada estancia, haciendo un total de 21, 3 por cada una de las 7 estancias de la vivienda y dos para el local comercial. Además en cada planta se instalarán una toma de reserva en uno de los puntos acceso de cada planta, habiendo un total de 33 tomas.

4.3.5.12 Cuadro resumen de los materiales necesarios:

4.3.5.12.1 Arquetas

Descripción	Cantidad	Dimensiones
Arqueta de entrada	1	400x400x600 mm

4.3.5.12.2 Tubos de diverso diámetro y canales

Descripción	Cantidad	Dimensiones
Canalización Externa	15 m	1 x Ø 63 mm
Canalización de Enlace Inferior	2 m	1 x Ø 63 mm
Canalización Principal	15 m	1 x Ø 50 mm
Canalización Interior de Usuario	76 m	1 x Ø 20 mm

4.3.5.12.3 Registros de los diversos tipos

Descripción	Cantidad	Dimensiones
Registro Principal de TB+RDSI	1	500x500x150 mm
Cuadro único que integra los Registros de Terminación de Red	1	300x500x60 mm
Registro de Toma	9	64x64x42 mm

4.3.5.12.4 Material de equipamiento de los recintos

Descripción	Cantidad	Dimensiones
RITU	1	2300x2000x2000 mm

4.3.5.12.5 Equipamiento del RITU

Equipamiento del RITU
Registro Principal de TB + RDSI
1 Amplificador banda ancha
1 Amplificador FI
Mezclador MATV- FI
2 Distribuidores de 4 salidas
Cuadro de protección
4 base de enchufe
Sistema de puesta a tierra
Canales horizontales para el tendido de los cables
Alumbrado normal y de emergencia
Placa identificativa de la instalación

4.4 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INFRAESTRUCTURA DOMÓTICA EN EL EDIFICIO

4.4.1.1 Introducción

En este apartado, se va a desarrollar la instalación domótica de la vivienda unifamiliar para su uso doméstico y optimización energética. Con esta instalación se pretende ayudar al usuario a tener una vida más confortable con el control íntegro de la iluminación, las persianas y la calefacción. También se incluyen otros controles como el sistema de alarma y detección de intrusos con aviso al usuario, detección de inundación y de gas que actuarán en caso de fuga. Todo ello se realizará teniendo muy presente el consumo energético de la vivienda controlando gran parte de los dispositivos. Todo esto se podrá controlar mediante software y por lo tanto, proporcionará comodidad al usuario.

4.4.1.2 Definición de domótica

La definición académica de la domótica es: “red de control de la vivienda que simplifica el empleo de los distintos elementos del hogar, integrándolos, para que ciertos elementos piensen y actúen por nosotros”. Dicho control puede ser implementado en vivienda unifamiliar o agrupaciones de viviendas, tales como urbanizaciones y edificios, también se puede implementar en oficinas, naves industriales, comercios...

Este conjunto de nuevos servicios integrados en la vivienda aseguran al usuario mayores ventajas en aspectos relacionados con la seguridad, el ahorro, el confort, la gestión energética, las comunicaciones y las nuevas tecnologías de la información. Su aparición se ha debido tanto a la evolución de la tecnología como a diversos cambios en la mentalidad y la evolución de la sociedad, en la búsqueda de simplificar y facilitar la vida diaria.

A continuación se especifica los aspectos por lo que el concepto de domótica apareció en nuestra sociedad, ya que como se ha mencionado, esta nos proporcionará:

- **Ahorro energético:** El ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos sino una gestión eficiente de los mismos.
- **Confort:** El confort conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que mejoren el confort en una vivienda. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo, como activo o mixtas: Apagado general de todas las luces de la vivienda, regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente, integración del portero al teléfono, control vía Internet, gestión Multimedia y del ocio electrónicos,...
- **Seguridad:** Consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los bienes patrimoniales como la seguridad personal: alarmas de intrusión, cierre de persianas puntual y seguro, simulación de presencia, alarma de detección de incendios, de fugas de gas, de escapes de agua, alerta médica...
- **Comunicaciones:** Son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar: tele asistencia, tele mantenimiento, informe de consumo y costes, transmisión de alarmas, intercomunicaciones, controles inalámbricos...
- **Accesibilidad:** Aplicaciones o instalaciones de control remoto del entorno que favorecen la autonomía personal de personas con limitaciones funcionales o poseen discapacidad.

4.4.1.3 Características de una instalación

La instalación de esta tecnología en un edificio debe soportar una serie de características, para que este implantado una sencilla ejecución, una cómoda gestión y un mantenimiento reducido de las mismas:

- **Ergonomía:** manejo extremadamente sencillo para que los dispositivos puedan ser controlados o utilizados por todas las personas que puedan vivir en la casa, especialmente para los ancianos, niños o discapacitados que a priori pueden tener más dificultad en el manejo.
- **Protección** física y psicológica de personas e inmuebles.

- **Aprovechamiento** al máximo de los recursos existentes.
- **Expansibilidad:** cada usuario debe poder ampliar sucesivamente las prestaciones que desee o necesite en su vivienda domótica.
- **Reducción** al mínimo de los costes de explotación como puede ser un mantenimiento sencillo y económico de la vivienda.
- **Personalización:** Cada usuario podrá seleccionar e implantar sólo las prestaciones que desee en su vivienda.

4.4.1.4 Componentes de una instalación domótica.

Los principales dispositivos que suelen formar parte de una instalación domótica se pueden clasificar según su funcionalidad en:

- **Sensores:** Captan información del entorno tanto en el interior como en el exterior del edificio. Estos sensores pueden ser tanto sensores de movimiento, de luz, de temperatura, de gas, de viento, de identificación... Dichos componentes deberán estar correctamente programados para transmitir la información captada a los otros dispositivos que testearan dicha información. La localización donde estos se colocarán también será un factor a tener en cuenta.
- **Actuadores:** Realizan el control de algún elemento del sistema. Estos pueden ser ejecutar alguna acción, avisar al usuario de algún cambio...
- **Controladores:** Reciben la información captada por los sensores y la procesan para realizar control del dispositivo de tipo actuador. Adoptan decisiones sobre el estado de funcionamiento del sistema.
- **Interfaces:** establecen comunicación entre el sistema y el usuario.
- **Dispositivos específicos del sistema:** Elementos necesarios para el funcionamiento del mismo.

4.4.1.5 Aplicaciones

A continuación se especifican algunas de las aplicaciones que se pueden tener en una casa domótica:

- **Control de la iluminación.** Los equipos de iluminación pueden ser encendidos y regulados de forma centralizada o descentralizada. Es posible desconectar o disminuir la intensidad de la iluminación. En caso de una utilización no habitual de determinadas estancias, es posible, mediante una sencilla reprogramación, modificar rápidamente los grupos de iluminación.
- **Control individualizado de la temperatura de los recintos:** Los termostatos controlables se encargan de hacer descender la temperatura de las estancias especificada, pudiendo tener una programación independiente en cada habitación. La inclusión del control de persianas en caso de radiación solar directa evita el calentamiento del recinto y por tanto un funcionamiento excesivo del sistema de aire acondicionado o calefacción.
- **Control de persianas:** Las persianas pueden ser controladas de forma centralizada o descentralizadas. Las persianas se abren y cierran automáticamente en función de la posición del sol. Otra ventaja la ofrecen los sensores de viento, que evitan los desperfectos en las persianas exteriores en caso de fuerte viento, provocando la recogida de las mismas.
- **Control de consumo de energía:** Mediante la conexión y desconexión selectiva de los consumidores de energía se alcanza una reducción efectiva del consumo, ventajosa desde el punto de vista económico, satisfaciendo de forma óptima las necesidades del usuario.
- **Conexión con otros sistemas,** mediante interfaces para sistemas de prestaciones de servicios y sistemas de control de edificios, así como la conexión a ordenadores personales para la programación.

4.4.2 Arquitectura de un sistema domótico

4.4.2.1 Sistemas de control

El concepto de arquitectura se refiere a la forma en que se realiza la gestión de una instalación. Básicamente existen dos arquitecturas para construir un soporte real de la instalación de un sistema de control: control centralizado y control distribuido. Un sistema de control centralizado es cuando existe uno o varios microprocesadores como controladores de toda la instalación, que se encargan de comunicarse con elementos de

adquisición de datos para recibir el estado de la instalación, a través de sensores, o para enviar órdenes a los equipos que la componen, a través de actuadores. Los elementos de adquisición de datos están distribuidos a lo largo del edificio y lo más cerca posible de los equipos a automatizar. Dichos microprocesadores controlan, procesan y distribuyen todos los datos obtenidos para que los actuadores ejecuten la nueva acción.

Un sistema de control distribuido es cuando no existe un microprocesador central, sino que a lo largo de la instalación y conectados en bus, se encuentran los módulos “inteligentes” (con microprocesadores) que controlan directamente los sensores y los actuadores que requiere cada equipo. Las ventajas de esta arquitectura son que las instalaciones diseñadas de esta forma son fácilmente ampliables, el cableado es estructurado y el riesgo está distribuido, es decir, los elementos funcionan con independencia los unos con los otros, si un elemento deja de funcionar, el resto del sistema sigue operando. (En la arquitectura centralizada, si la central se estropea deja de funcionar todo el sistema). Sin embargo, el precio es una desventaja muy importante (aunque es cada vez más competitiva respecto a la arquitectura centralizada).

4.4.2.2 Topologías

Se distinguen varios tipos según como esté distribuido el cableado y los diferentes nodos del sistema. Los tipos más utilizados son:

- **Topología en estrella**, desde el núcleo central de proceso de datos sale una línea a cada sensor o actuador del sistema de gobierno.
- **Topología en anillo**, se simplifica ampliamente el envío de mensajes a todos los controladores ya que todos están conectados continuamente. El principal inconveniente es que una avería en el sistema puede bloquear la red.
- **Topología en bus**, sólo tiene un único canal de comunicaciones denominado bus troncal, al cual se conectan los diferentes dispositivos. De esta forma todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre sí.

4.4.2.3 Medio de transmisión

El medio de transmisión de la información, interconexión y control entre los distintos dispositivos de domótica puede ser de varios tipos. A continuación se exponen los más comunes de ellos:

- **Cableado propio:** es el tipo de transmisión más utilizada ya que puede ser por par trenzado o par apantallado (coste del par y su instalación es muy reducido pero el porcentaje de errores es considerable), coaxial (coste elevado tanto del cable como del material pero tiene gran fiabilidad) y fibra óptica (gran ancho de banda disponible e inmune a las interferencias pero tiene un coste más elevado que los otros dos dispositivos)
- **Cableado compartido:** Varios dispositivos comparten cables y redes existentes para la transmisión de su información, ejemplo la red eléctrica, la red telefónica o la red de datos.
- **Inalámbrica:** Muchos sistemas de domótica utilizan soluciones de transmisión inalámbrica entre los distintos dispositivos, principalmente tecnologías de radiofrecuencia o infrarrojos.

4.4.3 Sistema KNX

4.4.3.1 Sistemas comerciales

El campo de la domótica es un campo que se está expandiendo y creciendo rápidamente ya que existen bastantes sistemas domóticos en el mercado. Cada sistema tiene sus características propias, y esto hace que el ingeniero deba analizar cada proyecto y adaptarlo a la necesidad del cliente y las características del edificio donde se situará la instalación. Por ello, los edificios se pueden clasificar mediante la función de la tecnología empleada por el fabricante. En la actualidad existen dos tipos de fabricantes, los que emplean tecnología basada en estándares mundiales, más comúnmente se llaman sistemas estándares (los principales estándares son: KNX, LonWorks, BacNet y DALI) y los sistemas propietarios en los que los cuales los estándares emplean tecnología propia (los principales sistemas propietarios son: Vivimat, Vantage, At-Home, BUSing y Rako)

4.4.3.2 Introducción sistema KNX

Para la realización de este proyecto de domotización de la vivienda y del local comercial, se utilizará el sistema KNX, que como se acaba de ver, es un sistema estándar. Este nació de la fusión entre EIB, EHS y BatiBus todos ellos europeos y se creó para crear un estándar para el control de las instalaciones domóticas en la última década del siglo XX.

Las características principales de este estándar ahora mundial son: compleja gama de medios de transmisión, compleja gama de modos de configuración, una única herramienta de puesta en marcha y es un sistema aprobado por los principales sistemas del mundo como son el Europeo, el internacional (ISO/IEC), el Chino y el Norteamericano.

Una vez ya nombrado sus características, lo siguientes son las ventajas de este sistema. Las principales son: Sistema descentralizado, estándar internacional que garantiza su continuidad en el futuro, completamente con interoperabilidad e interworking de todos sus productos, alta calidad en sus productos, con el ETS4 que es el único software para el diseño de los proyectos, múltiples soluciones para todo tipo de aplicaciones, adaptación a cualquier tipo de construcción, soporta diferentes modos de configuración, se puede transmitir por diferentes medios de comunicación, acoplamiento con otros sistemas, independencia de cualquier plataforma hardware o software.

4.4.3.3 Medios de transmisión utilizados por KNX

Este estándar incluye distintos medios de transmisión por los que puede ser transmitido. Cada uno de estos puede ser usado con uno o más modos de configuración, así que el fabricante puede elegir la combinación adecuada para la instalación que desea realizar. Hoy en día, KNX permite 4 medios de transmisión: Par trenzado (TP-1), Red eléctrica (PL110), Radiofrecuencia (RF) y Ethernet (IP). De entre ellos, el medio que más está siendo desarrollado, implantado y usado es el par trenzado, ya que permite velocidades de transmisión de 9600 bits/s y no existen requerimientos especiales para su instalación. Normalmente, el par trenzado más utilizado es simétrico, de sección 0.8mm²

e impedancia característica de 72Ω . Es un cable apantallado con los pares trenzados y con varias cubiertas de protección.

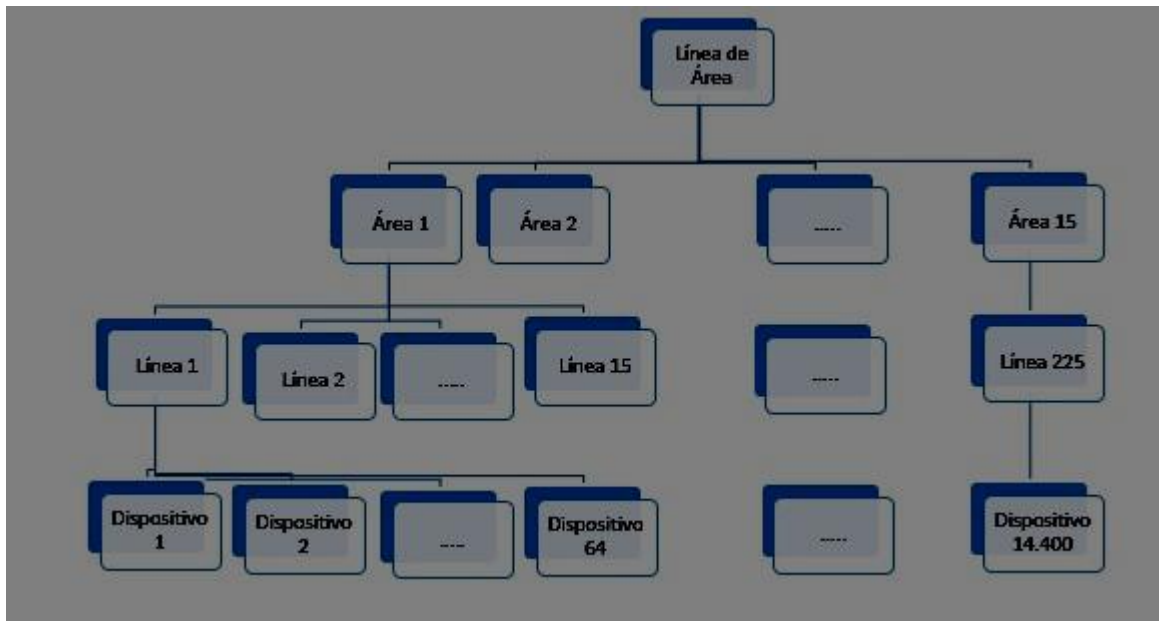
Los datos de comunicación y de información entre dispositivos del sistema se transmiten como tensión alterna superpuesta a la alimentación en corriente continua del bus. Para ello se emplean dos hilos. Para poder funcionar de esta manera se debe aislar la fuente de alimentación de los datos y se debe desacoplar los datos de la componente de alimentación continua en cada dispositivo. La tensión nominal de alimentación es de 29 V, y cada dispositivo requiere 21 V para mantenerse en la zona de operación segura.

4.4.3.4 Topología empleada por KNX

Como se ha comentado en apartados anteriores, KNX al ser un sistema distribuido emplea un bus de comunicación común para todos sus dispositivos cuyos dispositivos en la instalación están distribuidos por niveles jerárquicos. Se establecen 3 niveles:

- **Línea:** Cada componente puede cambiar información con otro componente por medio de telegramas. Una línea consta como máximo con 4 segmentos de línea, cada uno de ellos con un máximo de 64 dispositivos sin utilizar ningún amplificador. Con amplificador es posible hasta 256 dispositivos. El número de los dispositivos conectados depende de la fuente de alimentación. Como máximo, el número de fuentes de alimentación por línea es de dos y distancia máxima de la línea es de 1000 metros.
- **Área:** Un área es una agrupación de hasta 15 líneas, en la cual se pueden conectar como máximo de 960 dispositivos sin el uso de repetidores. Cada línea tendrá su fuente de alimentación-
- **Línea de área.** El sistema KNX se puede ampliar mediante una línea que conecta las áreas. Para ello se emplea un acoplador de área que conecta las líneas con la línea principal. Como máximo esta puede tener 15 áreas funcionales y con ello se pueden conectar más de 14000 aparatos sin utilizar amplificadores.

A continuación se muestra un dibujo con la estructura por niveles:



La topología a instalar en nuestro caso será solamente en una área, ya que los dispositivos que se van a conectar no son demasiados al tratarse de una vivienda unifamiliar. Para ello se necesitarán acopladores de línea, varias fuentes de alimentación, cable bus, sensores, controladores y varios dispositivos KNX. Todos estos dispositivos y elementos irán conectados a la línea principal del bus.

Como se observa, el sistema se hace muy grande y en él pueden estar muchos dispositivos conectados. Para ello se ha establecido un código de direccionamiento que identifica y nombra a todos los elementos que componen el sistema. Para nombrarlos existen dos tipos de direcciones: Direcciones físicas y direcciones de grupo.

Las direcciones físicas identifican únicamente cada dispositivo y se corresponden con su localización en la topología global del sistema implementado. Estas direcciones están compuestas por tres campos separados por puntos. Cada campo es un nivel de la red. Los primeros 4 bits son para designar el área del dispositivo, el segundo segmento es para designar la línea y posee también 4 bits, y el tercer segmento para designar el dispositivo. Al haber como máximo 64 dispositivos conectados como máximo en una línea, este campo será de 8 bits.

Las direcciones de grupo se emplean para definir las funciones específicas del sistema. Estas determinan las asociaciones de dispositivos en funcionamiento y las que definirán las funcionalidades de la instalación. Con estas direcciones se establecen la lógica del sistema.

4.4.3.5 Formato de las transiciones y mensajes

La codificación de la transmisión se realiza de modo que el estado lógico “0” es dominante sobre el “1” que no pasa corriente. El método de acceso al medio empleado por es de tipo el de Acceso múltiple por detección de portadora, CSMA/CA, el cual evita colisiones. Lo que indica que solo puede existir un tipo de dato desplazándose por el bus, proveniente de un dispositivo.

La transmisión de un mensaje o telegrama se realiza cuando se produce en evento en un elemento emisor o sensor. La transmisión se inicia después de que el bus haya permanecido como mínimo un instante t_1 desocupado. Después de que haya terminado la transmisión del telegrama, los dispositivos utilizan el tiempo t_2 para comprobar que el telegrama se ha transmitido y ha llegado correctamente a su destino. Cuando el dispositivo ha recibido el mensaje este enviará un acuse de recibo simultáneamente.

Los telegramas están formados por los datos específicos del bus y los datos útiles que informan sobre el evento que ha tenido lugar, además de los datos de detección de errores en la transmisión, lo que garantiza un nivel de fiabilidad en la transición extremadamente elevado. Los campos en que están compuestos los telegramas son los siguientes: 8 bits de control, 16 bits de identificación, 17 bits de dirección de destino, 3 bits de contador de ruta, 4 bits de longitud, 16×8 bits de datos útiles y 8 bits de comprobación.

4.4.3.6 Estructura de comunicaciones en los componentes

En el sistema KNX existen componentes necesarios para el funcionamiento del sistema como son la fuente de alimentación, cables, filtros... pero hay equipos más importantes al poseer cierta “inteligencia” y que posibilitan el correcto funcionamiento del sistema global. Como se ha mencionado, al tratarse de un sistema distribuido, las funciones a realizar se encuentran programadas en forma de objetos, sensores y actuadores. Estos dispositivos constan de tres importantes partes: Acoplador de bus (donde se encuentra el programa de aplicación y la dirección física), Interfaz de aplicación (es un conector estándar de diez pines que comunica el acoplador al bus con el dispositivo

final) y Dispositivo final (como son los aparatos del sistema: fuente de alimentación, acopladores, interfaz de comunicación, pantallas... Sensores y actuadores)

4.4.3.7 Programación y configuración del sistema KNX

La programación la instalación se realiza a través de la herramienta informática ETS4, distribuida y elaborada por la asociación KNX. Esta herramienta se encargará de configurar y programar los equipos a gusto del cliente, desde un ordenador conectado directamente a la instalación, a través de un módulo Rs-232, mediante un USB o mediante TCP/IP. Existen dos modos de configuración, el S-Mode (SystemMode) que es más elaborado su configuración pero ofrece mayor grado de flexibilidad en la realización de las funciones, y el modo E-Mode (EasyMode) dirigido a instaladores con básicos conocimientos sobre KNX, posee funciones limitadas y sus dispositivos ya están configurados.

4.4.4 Objetivo del proyecto.

La implantación del sistema domótico del edificio se instalará con el propósito de instalar el sistema de seguridad, confort y aumento de la eficiencia energética en todo el edificio. Los servicios que se quieren dar al inmueble por parte de la propietaria serán: Monitorización de persianas, selección de temperatura en cada estancia del edificio, alarma de intrusión, control de iluminación, alarma técnica de inundación y de humo y control por pantalla de los sistemas implementados.

Como el sistema que se instalará es completo y con muchos dispositivos, se ha optado por la implantación de un sistema de KNX, ya que posee gran eficiencia y una posible ampliación del proyecto domótico en futuras incorporaciones. Otra de las razones ha sido la gran variedad de productos y diferentes funcionalidades de ellos.

A continuación se expondrán los servicios que se implantarán:

- **Monitorización de persianas:** Las Ventanas Motorizadas integradas con el sistema de domótica permite automatizar tareas de ventilación (para renovar el aire, refrigerar, calentar o evacuar humo) que conlleva un mejor confort interior y ahorro energético. Las tareas de ventilación pueden ser programadas para garantizar un tiempo óptimo de apertura de ventilación según la situación climatológica exterior y el ambiente interior preferido. Para la realización de este sistema se utilizarán varios sensores y actuadores. Las persianas se deberán bajar cuando el sensor de lluvia se active o que la velocidad del viento sobrepase un valor establecido o cuando a la estancia le esté entrando demasiada radiación solar y pueda calentar demasiado la estancia. Otra función será que el cliente podrá controlar mediante la pantalla central del sistema todas las persianas, pudiendo cambiar el estado de cada una con independencia de las otras invalidando cualquier señal diferente que provengan de los sensores. Para el control de cada una de las persianas se podrán controlar mediante los sensores, mediante la pantalla central o mediante un actuador binario que estará situado al lado de cada ventana.
- **Control de temperatura:** tanto la calefacción como la climatización estarán controladas por termostatos que actúan sobre las electroválvulas de cada habitación. Los termostatos controlables se encargan de hacer descender la temperatura de los habitáculos no ocupados. Por otro lado la temperatura de cada estancia también será controlada por el descenso o la subida de las persianas para que puedan penetrar los rayos solares. El sistema de radiación se realizará a través de suelo radiante, mediante electroválvulas. La calefacción podrá ser controlada a través del comando que estará situado en cada estancia, mediante termostatos o mediante la pantalla central. En la programación por sensores, se programará para que en el caso que alguna ventana de la habitación esté abierta, la calefacción de dicha estancia se parará mejorando de esta forma el ahorro energético de la vivienda.
- **Alarma de intrusión:** Se instalarán en la vivienda tres sensores de detección de presencia para interior con ángulo de detección de 360°. Estas cámaras se colocarán estratégicamente, una a la entrada de la vivienda (a la entrada del salón en la 1a Planta), otra en la 3a Planta a la salida de la terraza y una tercera en el local comercial del edificio, situado a nivel de la calle. Todas ellas estarán conectados a la pantalla central y también directamente al móvil de la propietaria

del edificio. Además, estará conectada a un timbre situado en el interior de la vivienda que se activará cuando los sensores detecten algún tipo de intrusión.

- **Control de iluminación:** Todos los puntos de luz de la vivienda se gobernarán mediante pulsadores situados en cada estancia de la vivienda o mediante la pantalla central situada en el salón de ésta. Con estos dispositivos se permitirá el encendido o apagado del sistema así como la regulación de la intensidad de la luz. Además, los baños, las escaleras y el receptor de la vivienda, las luces se activarán a través de dos detectores de presencia situadas en la entrada y en interior de cada una. Además estas estancias serán comandadas como las otras, mediante pulsadores y con la pantalla central. Cada habitación y salón de la vivienda tendrá un sensor con detección de iluminación para controlar la potencia de las luces y así poder ahorrar energía. La instalación de todo el sistema requiere la configuración y programación previa a la puesta en marcha, por lo que el control de la iluminación solo se podrá efectuar una vez el instalador lo haya programado.
- **Alarma técnica de detección de inundación y de incendio:** Se instalarán sensores de inundación en las zonas susceptibles de ser inundadas como los baños y la cocina. Estos sensores actuarán sobre las electroválvulas de aguas situadas en dichas estancias. En la cocina se instalarán un sensor de incendios con alarma sonora y luminosa conectados con la pantalla central. Todas las notificaciones de alarmas podrán ser controladas desde la pantalla central.
- **Control por pantalla de los sistemas implementados:** Todos los sistemas implantados dentro de toda la vivienda podrá ser controlados a través de la pantalla. La pantalla será programada por el ingeniero instalador y se dará a la propietaria el manual de utilización de esta. Esta pantalla será táctil y estará situado en el salón de la vivienda.

4.4.5 Componentes de la instalación:

A continuación se van a detallar las funcionalidades y las características principales, de los distintos dispositivos que componen la instalación:

- **Fuente de alimentación:** Fuente de tensión que genera y monitoriza la tensión de alimentación del sistema KNX con 160 mA y con 2 unidades carril DIN. En nuestro proyecto se utilizará la fuente de alimentación ZPS160 M que es capaz de

alimentar una línea de bus con un máximo de 16 dispositivos KNX a través de su salida de bus sin ninguna bobina KNX adicional. Al ser necesario una fuente de tensión por cada 16 dispositivos, se necesitarán 2 fuentes de alimentación para alimentar a todos los dispositivos que se encuentran instalados en el sistema, uno por planta. Este dispositivo posee una tensión de 29 VDC a la salida KNX con una alimentación externa de 230 V AC a 50 Hz.

- **Acoplador de línea:** Se trata de un dispositivo destinado a acoplar dos líneas KNX de par trenzado conjuntamente con la flexibilidad de permitir, en el modo acoplador de línea, tanto la conexión de una sublínea KNX a una línea principal KNX, como de una línea principal KNX a una línea de áreas KNX. También se puede usar con modo repetidor, la conexión de dos segmentos de una misma sublínea. Dicho dispositivo, tiene bajo consumo energético, aislamiento galvanizado en la conexión de líneas, denegación de telegramas, bloque de configuración de dispositivos, 6 indicadores de luminosidad para conocer el estado del bus en cada momento, entre otros. Estos acopladores se encontrarán dentro de los cuadros domóticos de cada una de las plantas del edificio, acoplando las líneas secundarias a la línea principal del sistema. Se utilizarán dos por planta, por lo tanto la instalación tendrá 10 acopladores de línea.
- **Fuente de tensión de 12 voltios:** Estos dispositivos alimentarán a cada uno de los sensores que componen la instalación. Es una fuente con una tensión de salida de 12 Vdc. En total se utilizarán 57, una por cada sensor de la instalación.
- **Actuador de persianas de cuatro canales:** actuador KNX multifunción de 4 salidas preparadas para soportar cargas capacitivas. Incluye funciones lógicas que lo dotan de amplias posibilidades de configuración. El cableado de las clemas se realiza sin necesidad del actuador. Este dispositivo no requiere una alimentación distinta al del BUS. Se emplearán 7 actuadores, utilizando 2 en cada una de las plantas de la vivienda y uno en el local comercial.
- **Actuador de 16 canales:** Es un actuador multifunción para carril DIN que ofrece 16 salidas independientes de hasta 16A, válidas para carga capacitiva. Permite control manual a través de pulsadores. No requiere una alimentación distinta al del bus. Se colocarán 4 dispositivos, ya que poseen 16 salidas y serán suficiente una en cada planta (excluyendo garaje) ya que las persianas tienen sus propios actuadores.

- **Módulos de entradas analógicas:** registran y procesan hasta 4 señales analógicas de sensores. Permite conectar sensores y otros dispositivos con señal analógica 0-10 V, 2-24 mA para convertir a valores KNX y procesar las señales. Ancho: 4 módulos DIN 18mm. En total se utilizarán 16 módulos, ya que en toda la instalación hay 63 sensores.
- **Dimmer:** controlador de 3 canales RGB de hasta 2,5 A/canal, orientado a tecnología LED de 12 a 24 V. La regulación de los canales se realiza en tensión, mediante modulación por ancho de pulso PWM. LUMENTO X3 dispone de un pulsador de testeo para comprobar el funcionamiento de los 3 canales. Amplias posibilidades de configuración, destacando el control tanto conjunto como independiente de cada canal.
- **Interfaz de programación USB:** permite la comunicación entre el PC y la instalación EIB. La transferencia de datos se indica mediante LED. La interfaz USB se puede utilizar desde la versión V1.0 de ETS3 en adelante es detectada fácilmente por cualquier sistema operativo instalado en el PC. Se monta sobre carril DIN. Solo será necesaria una interfaz.
- **Interfaz de integración de dispositivos en KNX:** interfaz de comunicación bidireccional KNX-RS232, que permite integrar dispositivos externos en KNX, previo conocimiento de su protocolo propietario, a través del puerto serie RS232. El SKX Advance ofrece posibilidades avanzadas de configuración, como puede ser la capacidad de transmitir texto. Este dispositivo se usará para integrar el aire acondicionado/calefacción en el sistema domótico. Se utilizarán 4 interfaces, cada uno en una planta con acondicionamiento de calefacción.
- **Pulsadores:** Pulsador de dos elementos acoplado al bus integrado. Dispone de un LED que señala verde de funcionamiento y rojo apagado. Cada tecla se puede configurar como: Conexión, conmutación, regulación, persianas, flancos, cursor desplazable, escenas y módulo de escenas (activación y memorización). Tiene disponibilidad de bloqueo. Se utilizarán uno para cada una de las 22 ventanas y uno para la alarma de humo.
- **Estación meteorológica** La estación meteorológica escogida es la PCE-FWS 20 con pantalla táctil, con 5 sensores y mástil (para dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, pluviosidad) función de alarma e incluye puerto USB y software de análisis. Los valores meteorológicos se envían

una señal por radio a la base a una distancia máxima de 100 metros. Esta estación meteorológica está equipada con la última tecnología en el análisis meteorológico. La pantalla táctil le permite recuperar de forma muy sencilla los valores de la estación. El transmisor es alimentado por un módulo solar y dos pilas recargables. El puerto USB, que incluye el cable USB, le permite transmitir los datos de la estación a su PC o portátil. Estos datos van acompañados de fecha y hora para poder analizarlos en período de tiempo más largo. Aquí puede memorizar los valores meteorológicos de forma ilimitada. El software de análisis que se incluye en el envío, le permite analizar y comparar la fluctuación meteorológica mediante gráficos y diagramas a través de un tiempo prolongado. Incluye todo lo que se necesita para puesta en marcha de la estación.

- **Fuente de alimentación de 24 V:** dos salidas de 24V conectadas internamente con protección contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptor termostático. Esta fuente se utilizará para la estación meteorológica y sólo se necesitará una.
- **Módulo GSM:** es un terminal pequeño de tarjeta SIM (tarjeta de telefonía móvil). De hecho su función es muy similar a la de un teléfono móvil, y consiste básicamente en realizar llamadas y enviar mensajes de texto. Para realizar el envío el módulo tiene una antena GSM que comunica con la antena base del operador móvil. Sólo se empleará un dispositivo de este tipo.
- **Pantalla táctil:** El dispositivo elegido es la pantalla táctil HC2L-KNX de 10.4” con servidor web integrado. Posee altavoces estéreo y con micrófono incorporado. Tiene función de termostato, reloj de tiempo real con batería de soporte, unidad de acoplamiento al bus KNX integrada. Las principales funciones son: Navegación gráfica a través de planos y zonas, control y monitorización de cualquier dispositivo KNX, control integral de clima, controlador de escenas, programaciones horarias, monitorización de alarmas con histórico de eventos, simulación de presencia con horarios diurno y nocturno, funciones lógicas (puertas lógicas, comparadores, temporizadores, etc.), servidor web integrado para acceso desde cualquier PC, PDA o smart phone, función videoportero con audio full dúplex y cancelación de eco, monitorización de cámaras IP, control remoto y notificación de eventos por GSM. Se utilizarán dos pantallas táctiles idénticas, una para el local comercial y la otra para la vivienda.

- **Contacto magnético:** Contacto magnético para las ventanas que indicarán si las ventanas están abiertas o cerradas y así poder ahorrar consumo energético. La tensión máxima de trabajo será de 100V DC. Se utilizarán 22 contactos, uno para cada ventana de la vivienda.
- **Detector de inundación:** Detector que avisará cuando ocurra algún escape de agua o inundación en la vivienda. Funciona a 230 V. Si ocurre algún escape saltará la alarma sonora y se encenderá la luz roja. Consume 5W. Se necesitarán 5, una en cada planta que tenga servicio ya que un detector soporta 3 sondas.
- **Sonda detectora de agua:** Circuito impreso con clemas para su conexión al detector y contactos que detectan la presencia de agua. Se utilizarán 6, 1 en cada baño, una en la galería y otra en el garaje al estar situado este por debajo del nivel del suelo.
- **Detector de temperatura y de humo:** detector desarrollado con doble tecnología: óptica y térmica, que le permiten controlar los parámetros de humo y calor; generar alarma al alcanzar los parámetros en uno u otro, o confirmarla con la información recibida de ambos. Fabricados con tecnología SMD, disponen de doble indicador luminoso, salida de alarma remota y misma base intercambiable de fácil conexión. Uso recomendado para cualquier instalación exceptuando lugares con ambientes sucios. Se emplearán 12 sensores para la temperatura y uno para humo. Un total de 13 sensores.
- **Detector de movimiento:** El detector de movimiento con tecnología de detección infrarroja se complementa con un sensor de luminosidad integrado que mejora la funcionalidad del dispositivo. Se conecta directamente a la entrada 6 del ACTinBOX Classic-Hybrid, siendo posible la ampliación del área de detección de movimiento con sólo instalar dos sensores en paralelo en la misma entrada. Sencillo de instalar y de reducidas dimensiones. No requiere ningún otro tipo de conexión o alimentación. Se utilizarán 14 detectores, dos por cada estancia en que se ha diseñado que se encienda la luz cuando en la sala haga movimiento. Se instalarán dos en cada baño, dos en la recepción y dos en cada escalera habiendo un total de tres escaleras.
- **Cámara domo anti vandálica:** Cámara en domo para interior vari focal y con infrarrojos. Incorpora un sensor Sony y una óptica vari focal que le permite visionar una distancia aproximada de 30 metros diurna. Cámara de 360°. Solución

ideal para todo tipo de instalaciones en interiores, al ser una cámara discreta, de alta calidad de imagen, resistente tanto al agua como a actos vandálicos y con infrarrojos. Se instalarán 3, una en el local comercial, otra en la terraza y la otra en la entrada a la vivienda.

No se va a distinguir entre instalaciones realizadas en la vivienda y las realizadas en el Local Comercial ya que los dos habitáculos tendrán las mismas disponibilidades y servicios domóticos. La única diferencia que habrá entre ellos será que cada una estará comandada por su propia pantalla central, ya que se dispondrá de dos pantallas, una para controlar toda la vivienda incluida el garaje y otra que se encargará de controlar el Local Comercial. Las fuentes de alimentación, estación meteorológica,... las compartirán los dos habitáculos.

4.4.6 Infraestructura necesaria

A continuación se indicará la situación de las canalizaciones, registros de sistemas domóticos y cuadros domóticos. Se indicarán también los equipamientos y dispositivos necesarios para que la instalación pueda funcionar correctamente.

4.4.6.1 Canalizaciones

El conexionado entre sensores, actuadores y el controlador central se hace “punto a punto”. Abarca desde la instalación eléctrica de que disponen los hogares con sus correspondientes elementos de control, hasta sistemas más complejos en que se centralizan todas las señales en una “Unidad Central” que es capaz de actuar sobre elementos conectados directamente a ella (cableados). En un sistema cableado, todos los dispositivos se conectan a la unidad independientemente de los demás, mediante conexiones individuales y particularizadas. Dichas canalizaciones serán tubos de plásticos que irán por el interior de la vivienda. La topología de línea será en bus tanto en la vivienda como en el local comercial.

Se emplearán dos tipos de tubos para canalizar todo el edificio: de 16 mm de diámetro que se utilizará para el par trenzado en el bus domótico en cual se conectarán los sensores, pulsadores, controladores,.. y el otro cable utilizado será de 25 mm de diámetro

que se empleará en las conexiones para llevar la alimentación de la fuente secundarias 12 V y también para la conexión de los sensores a sus módulos de entradas analógico/digital.

4.4.6.2 Cuadros domóticos

La instalación tendrá en total 4 cuadros domóticos, uno por planta exceptuando el garaje que dichos dispositivos irán conectados al cuadro de la primera planta. En todos ellos se instalarán los componentes que forman el sistema. La ubicación de los cuadros se pueden observar en los planos y estos estarán empotrados en las paredes, con una puerta y un carril DIN para la sujeción de los dispositivos. A continuación se detallará las distribuciones y las dimensiones de estos cuadros, que como se puede observar, dependerán de los dispositivos que están en dicha planta.

- **3a Planta:** A este cuadro también se conectarán los elementos situados en la terraza y tejado del edificio. Se preparará para 34 dispositivos, es decir, 34 módulos de carril DIN. Además se dejará espacio para conectar componentes futuros un total de 6 más, por lo tanto se preparará para albergar 40 dispositivos. Las dimensiones mínimas del cuadro serán de 450x900x150 mm (alto x ancho x profundidad)

Dispositivos conectados al cuadro 3a Planta
Estación meteorológica
Fuente de alimentación de 24V para la estación
6 Pulsadores
6 Contactos magnéticos
2 sensores temperatura y de humo
2 Sensores detector iluminación
2 Sensores detector de movimiento
1 Cámara de seguridad
1 Detector de inundación
1 Sonda detectora de agua
11 Fuentes de alimentación de 12 V

- **2a Planta:** se preparará para 41 dispositivos, 41 módulos de carril DIN. Además se dejará espacio para conectar componentes futuros un total de 9 más, por lo tanto se preparará para albergar 50 dispositivos. Las dimensiones mínimas del cuadro serán de 450x1000x150 mm (alto x ancho x profundidad)

Dispositivos conectados al cuadro 2a Planta
6 Pulsadores
6 Contactos magnéticos
4 sensores temperatura y de humo
4 Sensores detector iluminación
4 Sensores detector de movimiento
1 Detector de inundación
1 Sonda detectora de agua
15 Fuentes de alimentación de 12 V

- **1a Planta:** Como se ha mencionado anteriormente esta a esta planta se conectarán los componentes situados en esta planta, los tres que se encuentran en el garaje y todos los dispositivos que se encuentran en la recepción de la vivienda, que se muestran en el plano del local comercial.. En total se preparará para 56 dispositivos, es decir, 56 módulos de carril DIN. Además se dejará espacio para conectar 14 componentes futuros que dan un total de 70 dispositivos. Las dimensiones mínimas del cuadro serán de 450x1100x150 mm (alto x ancho x profundidad)

Dispositivos conectados al cuadro 3a Planta
Pantalla táctil central
Fuente de alimentación central
6 Pulsadores
6 Contactos magnéticos
5 sensores temperatura y de humo
4 Sensores detector iluminación
6 Sensores detector de movimiento
1 Cámara de seguridad
2 Detector de inundación
3 Sonda detectora de agua

21 Fuentes de alimentación de 12 V

- **Local comercial:** este recinto contará con su propio control independientemente de la vivienda. En este recinto se preparará para 28 dispositivos, 28 módulos de carril DIN. Además se dejará espacio para conectar 12 componentes futuros que dan un total de 40 dispositivos. Las dimensiones mínimas del cuadro serán de 450x900x150 mm (alto x ancho x profundidad)

Dispositivos conectados al cuadro 3a Planta
1 Pantalla táctil central
4 Pulsadores
4 Contactos magnéticos
2 sensores temperatura y de humo
2 Sensores detector iluminación
2 Sensores detector de movimiento
1 Cámara de seguridad
1 Detector de inundación
1 Sonda detectora de agua
10 Fuentes de alimentación de 12 V

En la zona inferior de los cuadros se colocarán los tubos que forman la canalización del bus domótico y las alimentaciones de los equipos.

4.4.6.3 Registros domóticos

En cada planta también se colocarán varios registros domóticos dependiendo de los componentes que haya en la planta. Estos registros tendrán unas dimensiones mínimas de 200x200x60 mm.

- **3a Planta:** Se colocarán un total de 2 registros domóticos en esta planta, con espacio para 6 dispositivos en los que se instalarán el actuador de persianas de cuatro canales, actuador de 16 canales (no todas se utilizarán), un dimmer y un módulo de entradas analógicas de hasta 4 canales.

- **2a Planta:** Se colocarán un total de 2 registros domóticos en esta planta, con espacio para 6 dispositivos en los que se instalarán el actuador de persianas de cuatro canales, actuador de 16 canales (no todas se utilizarán), un dimmer y un módulo de entradas analógicas de hasta 4 canales
- **1a Planta:** Se colocarán un total de 2 registros domóticos en esta planta, con espacio para 6 dispositivos en los que se instalarán el actuador de persianas de cuatro canales, actuador de 16 canales (no todas se utilizarán), un dimmer y un módulo de entradas analógicas de hasta 4 canales. En uno de ellos se instalará el interfaz de GSM.
- **Garaje:** en esta planta se conectará solo un registro domótico en esta planta, con espacio para 6 dispositivos en los que se instalarán el actuador de persianas de cuatro canales, actuador de 16 canales (no todas se utilizarán), un dimmer y un módulo de entradas analógicas de hasta 4 canales.

En la zona inferior de los registros se instalarán los tubos que forman la canalización del bus y la alimentación suplementaria.

4.4.6.4 Fijación en pared o falso techo

Todos los sensores y cámaras se colocarán en el techo del edificio. Todos los cables y buses irán por dentro del falso techo permitiendo así que no se vean los cables. También irán dentro del falso techo las interfaces y los acopladores de líneas. La instalación se realizará dependiendo de los manuales de instalación de cada dispositivo.

4.4.6.5 Otros dispositivos

Los controladores de la calefacción y del aire acondicionado de cada estancia estarán situados dentro de esta, conectado al sistema domótico pero siendo independiente a la estructura, ya que esta poseerá su propia estructura e irá independiente al sistema central. Solo dependerá al sistema domótico el control automático de la temperatura que se realizarán mediante los sensores térmicos.

Cada elemento del sistema se acoplara a la línea que pertenece mediante el acoplador de línea, siendo responsabilidad del instalador el que lo conecte y lo distribuya

correctamente. Luego cada línea se conectará a cada área (planta) y cada área a la línea de planta general. Todo pertenecerá a la misma línea de área, tanto la vivienda como el local comercial aunque cada una tendrá su propio punto de control.

4.5 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INTALACIÓN WIFI EN EL EDIFICIO

4.5.1 Propósito de este apartado

El propósito de este apartado del proyecto es diseñar una red Wi-Fi a partir de las instalaciones y canalizaciones diseñadas del proyecto ICT del edificio que estoy implementado, para que tanto la vivienda como el local comercial disponga de conexión a internet de forma inalámbrica lo más segura y rápida posible. Se diseñara para que en la vivienda se puedan conectar al menos 10 aparatos con conexiones inalámbricas, pudiendo conectar aparatos como ordenadores, móviles, televisiones, videoconsolas, “tablets”...

Se va a realizar con el propósito de proporcionar servicio en todas las estancias de la vivienda, teniendo en cuenta que la vivienda posee 3 plantas (no se dará servicio a la planta de garaje) y teniendo dificultad de transmitir la señal a diferentes plantas. No se proporcionará instalación WIFI al local comercial ya que el propósito general de la instalación es poder alquilarlo a personal no vinculado en la vivienda y no se sabe si este necesitará conexión inalámbrica. Por otro lado, a las tomas de usuario del local comercial le llega servicio de internet y en todo momento el usuario podrá contratar servicio teniendo sabiendo que tiene línea hasta la toma.

Para llevar a cabo este diseño de la instalación, se ha realizado un estudio de las características del estándar IEEE 802.11 (estándar del WIFI), comprobando las posibilidades y características de comunicación inalámbrica que ofrece, así como las limitaciones que presenta en la actualidad.

4.5.2 Introducción

WI-FI (wireless Fidelity), se define como sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas en lugar de ir por cables. Una Red WIFI es la creación de una estructura de red implementando como base principal la utilización de tecnología inalámbrica WIFI (802.11a – 802.11b – 802.11g – 802.11n) como forma para que los equipos se conecten entre sí y a internet.

Esta tecnología se creó con el fin de garantizar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes. Este estándar fue definido por la WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), que es la organización comercial que adopta, aprueba y certifica que los equipos de esta tecnología cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

Esta tecnología surgió por la necesidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica que fuese compatible entre los distintos dispositivos. En 1999 varias empresas del sector buscando esa compatibilidad se reunieron para crear la WECA, que actualmente se llama WIFI Alliance. El objetivo de esta creación fue designar una marca que permitiese fomentar más fácilmente la tecnología inalámbrica y asegurar la compatibilidad de equipos. De esta forma, el año siguiente WECA certificó la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE802.11b, bajo la marca WIFI. Esto significó que los usuarios podían trabajar con todos los elementos que tuvieran el sello “Wi-Fi” sin problemas, independientemente del fabricante de cada uno de ellos. La familia de estándares 802.11 ha ido constantemente evolucionando desde su creación, mejorando el rango, velocidad de la transferencia de información, la seguridad de la información... Esta tecnología se creó solo introduciendo cambios en la capa física y MAC de la norma 802.3 (Ethernet), dejando las otras capas iguales. Esto significa que en lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos. Por lo tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet).

Durante los años en que esta tecnología se ha ido desarrollando, han existido y existen diversos tipos de WIFI, basado cada uno de ellos en estándares IEEE 802.11. A continuación se van a nombrar los principales estándares de WIFI:

- Los estándares IEEE802.11b, IEEE802.11g, y el IEEE802.11n tienen aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 Ghz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbit/s, 54 Mbit/s y 300 Mbit/s, respectivamente.
- En la actualidad se está manejando el estándar IEEE802.11a conocido también como WIFI 5, ya que opera en la banda de 5 GHz y que tiene de una operatividad con canales relativamente limpios, ya que esta banda ha sido recientemente

habilitada y ninguna tecnología de transmisión de datos como puede ser Bluetooth, ZigBee, microondas, WUSB..., la están utilizando, por lo que a esta banda existen muy pocas interferencias.

- Actualmente existe un borrador del estándar IEEE802.11n que está trabajando a 2.4 GHz y a una velocidad de 108 Mbit/s. Por otro lado, el estándar 802.11g está siendo mejorado y es capaz de alcanzar transferencias a 108 Mbit/s, gracias a diversas técnicas de aceleramiento.

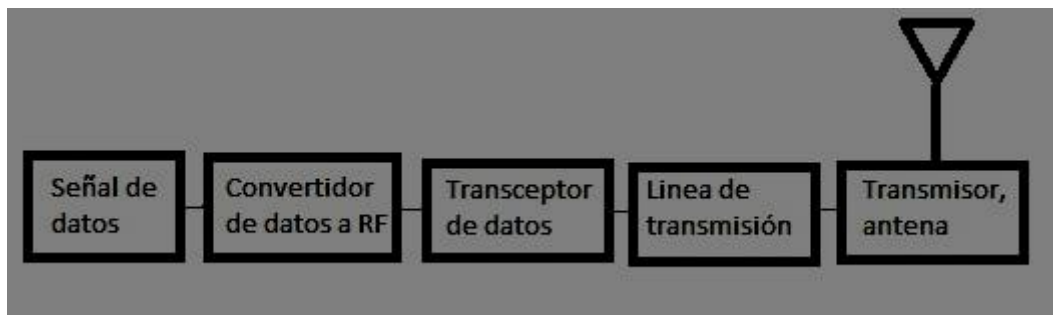
En la actualidad, las empresas que están trabajando y estudiando el desarrollo de esta tecnología están intentando solucionar los problemas que esta tiene. El principal problema es la progresiva saturación del espectro radioeléctrico, debido a la gran cantidad de usuarios que utilizarán esta tecnología y afectando especialmente las transmisiones de larga distancia (transmisiones mayores de los 100 metros). Por esto, WIFI está diseñado para conectar dispositivos a la red a distancias reducidas ya que cuando mayor sea el alcance, mayor será el riesgo de interferencias. También existen otros inconvenientes como son que esta tecnología consume espectro inalámbrico, que es un recurso limitado; y que proveen de un ancho de banda mucho menor que las redes cableadas, especialmente cuando el número de usuarios comienza a ser considerable. Otra muy importante es que esta tecnología permite transmisiones mucho más lentas en comparación con las tecnologías guiadas. Además, otro grave problema del WIFI es que es muy fácil poder interceptar la señal al ser una señal que se transmite por el aire. Existen varias alternativas para garantizar la seguridad de estas redes. Las más comunes son la utilización de protocolos de cifrado de datos para los estándares WIFI como el WPA, WEP o el WPA2 que se encargan de codificar los datos transmitidos para proteger su confidencialidad, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos.

En cambio, la tecnología WIFI posee varias ventajas respecto de las tecnologías cableadas, siendo quizás su precio y su flexibilidad las más importantes. También hay que destacar la rapidez y sencillez con que pueden implantarse, ya que una vez configurada, las redes WIFI permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable. Otra ventaja es el incremento de movilidad que ofrece a los usuarios (al no estar conectado a un cable), a los cuales se les permite con gran facilidad la incorporación, funcionamiento y salida de la red tantas veces como lo deseen. Además, debido a que la infraestructura de estas redes

es mucho más reducida que la de las cableadas, las redes inalámbricas ofrecen mayor robustez ante situaciones eventuales adversas y mayor facilidad de traslado.

4.5.2.1 Partes del proyecto WIFI

Toda instalación WIFI debe contener componentes primarios especificados para que el sistema funcione correctamente. Estos componentes se pueden dividir en cinco componentes que se muestran a continuación. Al observar este desglose, hay que tener en cuenta los datos del convertidor en RF y el transceptor de radio se pueden considerar juntos, en el mismo apartado ya que se pueden encontrar en la misma placa del circuito como por ejemplo en una tarjeta de PC:



A continuación se explican detalladamente:

- **Señal de datos (Ethernet, interfaz de computadora, USB...):** La señal de datos es la señal digital con la que todo punto de acceso WIFI se conectará a la interfaz. En algunos casos, los datos proceden de un ordenador a través de ranura para tarjetas PC o un cable USB. En otros, puede ser una cámara de Ethernet o la propia red. La señal de datos se basa generalmente en el protocolo de Internet TCP / IP. TCP / IP es un protocolo utilizado para transmitir datos entre ordenadores en las redes normales, es decir las redes cableadas. WIFI está destinado a convertir el tráfico TCP / IP en ondas de radio inalámbricas.
- **Dispositivos WIFI:** Como se ha mencionado anteriormente, los dispositivos WIFI se componen tanto de los datos digitales procedentes de convertidor de RF como del receptor de radio. Muy a menudo estos dos elementos están en el mismo producto. Estos elementos tienen dos funciones: Convertir los datos que provienen del ordenador en una señal de radio, y transmitir y recibir señales de

radio desde y hacia el convertidor de datos. Estas funciones vienen en varias formas que pueden dividirse en los siguientes grandes grupos:

1. Punto de acceso inalámbrico: conectado a una red Ethernet, el punto de acceso proporciona una pasarela de red por cable a los clientes inalámbricos. Un punto de acceso es el componente esencial para la creación de una red inalámbrica típica.
2. Adaptador de cliente inalámbrico: conectado o instalado en un ordenador, un adaptador de cliente proporciona conectividad inalámbrica a un punto de acceso inalámbrico y luego a una red cableada. Esto puede ser insertado en un ordenador de sobremesa, ordenador portátil, un adaptador USB, o cualquier otro interfaz de la computadora.
3. Puente inalámbrico a Ethernet: proporciona una conexión directa entre la red inalámbrica y a la red con cable (Ethernet), sin la necesidad de una interfaz de la computadora. Por lo general, actúa como un cliente que se conecta a un punto de acceso.
4. Componentes especializados: Esto incluye los dispositivos dedicados de redes inalámbricas, dispositivos audiovisuales, dispositivos para escuchar música, marcos digitales, escáner, impresoras inalámbricas, móviles y muchos más dispositivos.

En conclusión, los dispositivos WIFI son transceptores constantemente enviando y recibiendo señales de radio cuando el dispositivo está en uso.

- **Línea de transmisión:** Cuando se trabaja con productos WIFI, se encuentra que la línea de transmisión es casi siempre un cable coaxial. Las líneas de transmisión internas pueden ser de muy pequeño diámetro y pueden tener altas pérdidas. Por lo general, el recorrido de cable es inferior a unos pocos centímetros, por lo que las pérdidas en la línea no son demasiado elevadas. Una línea de transmisión de RF transfiere la energía de RF desde el transmisor a la antena optimizando siempre las pérdidas que proporciona el cable. La radiación la realizará la antena. De la misma manera, también se transfiere la energía de RF desde la antena hasta el receptor.
- **Sistema de antenas:** En este apartado, lo que hay que tener en cuenta es que la antena es la que enviará la señal tanto como sea posible. La línea de transmisión debe ser diseñada para ser tan corta como sea posible, ya que interesa que en esta no se pierda demasiada potencia y que llegue la mayor potencia a la antena. Una

vez que la señal de RF sale de la antena, de inmediato comienza a perder potencia (En realidad, tan pronto como se deja el transceptor comienza a perder potencia). Con un buen diseño de la antena, se puede redirigir la cantidad de energía disponible para dar forma a la distribución de la señal enfocando está directamente al receptor.

4.5.2.2 Dispositivos WIFI

Actualmente, existen varios dispositivos WIFI en el mercado, los cuales se pueden dividir en dos grupos: Dispositivos de distribución de red (como son routers, punto de accesos y repetidores) y Dispositivos terminales (tarjetas receptoras: internas o mediante USB)

Dispositivos de distribución o red:

- **Puntos de acceso:** Son dispositivos que se pueden definir como una “Red WIFI” a la que se pueden conectar otros dispositivos. Los puntos de acceso permiten conectar dispositivos en forma inalámbrica a una red existente. Se pueden agregar más puntos de acceso a una red para generar redes de cobertura más amplia o conectar antenas más grandes para amplificar la señal.
- **Repetidores:** son equipos que se emplean para extender la cobertura de una red inalámbrica. Estos se conectan a una red existente que tiene señal más débil y crean una señal a la que se pueden conectar los equipos dentro de su alcance. Algunos de ellos pueden funcionar también como punto de acceso.
- **Routers:** Dispositivos inalámbricos diseñados principalmente para redes pequeñas tales como hogares o pequeñas oficinas. Estos dispositivos incluyen de router (se encarga de interconectar redes como puede ser nuestra red de hogar con internet), un punto de acceso y generalmente un switch que permite conectar determinados equipos vía cable (Ethernet o USB). Su principal tarea es tomar la conexión a internet, y dar a través de ella acceso a todos los equipos que le conectemos.

Dispositivos terminales:

- **Tarjetas PCI:** estas tarjetas normalmente se agregan a los ordenadores de sobremesa, pero poco a poco se van substituyendo por las tarjetas USB. Existen

también las tarjetas MiniPCI que vienen integradas en las computadoras portátiles.

- **Tarjetas PCMCIA:** tarjetas que se utilizó en los primeros portátiles y que ahora está cayendo en desuso ya que las nuevas computadoras portátiles ya la llevan incluidas. Con estas tarjetas no se permite lograr grandes velocidades de transmisión WIFI.
- **Tarjetas USB:** son las tarjetas más comunes que existen y las más sencillas de conectar a un pc, ya que tienen todas las ventajas que tiene la tecnología USB. En el mercado ya se pueden encontrar tarjetas USB con el estándar 802.11n que es el último estándar liberado para redes inalámbricas.

También existen impresoras, cámaras Web, micrófonos, televisores y otros periféricos que funcionan con la tecnología WIFI, permitiendo un ahorro de mucho cableado en las instalaciones de redes y sobretodo de gran movilidad.

4.5.2.3 Estándar IEEE802.11

El estándar IEEE802.11 se aprobó en 1997, y en estos tiempos este estándar permitió trabajar con velocidades de transmisión de 1Mbps y 2 Mbps. Desde entonces y hasta hoy en día, han sido muchos los grupos de investigación y trabajo creados para mejorar las deficiencias que tenían las primeras versiones y también para mejorar algunas de sus prestaciones. A continuación se muestran algunas de las versiones de la familia IEEE.802.11:

- **IEEE 802.11a:** Esta revisión se aprobó en 1999, y emplea el mismo juego de protocolos de base que el estándar original. Trabaja en redes inalámbricas a la banda de 5GHz y utiliza 52 subportadoras OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing o Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales) con una velocidad máxima de 54 Mbps, con lo que lo convierte en un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de 20 Mbps. Tiene 12 canales sin solape, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto (conexiones con cable).
- **IEEE 802.11b:** los equipos que operaban con el estándar IEEE 802.11a necesitaron contar con equipos que implementarán los dos estándares. Este estándar a diferencia del anterior tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbps y utiliza el mismo método de acceso definido en el estándar original, es

decir, CSMA/CA (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Evasión de Colisiones). Opera redes inalámbricas en la banda de 2,4 GHz, y debido al espacio que ocupa la codificación la velocidad máxima de transmisión que llega a alcanzar es de aproximadamente 5,9 Mbps sobre TCP (Protocolo de Control de Transmisión) y 7,1 Mbps sobre UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario).

- **IEEE802.11c:** especifica métodos para la conmutación inalámbrica. Este método se utiliza menos que los dos anteriores y este sirve para conectar mediante puentes inalámbricos diferentes tipos de redes.
- **IEEE802.11d:** complemento de los estándares anteriores ideado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite el intercambio de información por parte de distintos dispositivos en rangos de frecuencia según lo que esté permitido y estipulado en el país de origen del dispositivo.
- **IEEE802.11e:** estándar inalámbrico que permite interoperar entre entornos de negocios, públicos y usuarios residenciales (se puede considerar uno de los primeros estándares inalámbricos que permiten trabajar en entornos domésticos y empresariales).
- **IEEE802.11f:** Este estándar está dirigido a proveedores de punto de acceso, permitiendo mayor compatibilidad entre productos. Define el protocolo IAPP (Protocolo de Punto de Inter-Acceso), que permite al usuario cambiarse de un punto a otro mientras está en movimiento con independencia de las marcas de punto de acceso a otros que forman parte de la infraestructura de la red.
- **IEEE802.11g:** Es la evolución del estándar 802.11b y como éste utiliza también la banda de 2.4 GHz. Incrementa la tasa de transmisión de datos teórica máxima a 54 Mbps. Aunque es compatible con el estándar “b”, la presencia de nodos bajo estándar “b” en redes bajo estándar “g” reduce notablemente la velocidad de transmisión. Los equipos actuales con esta especificación alcanzan potencias máximas de medio vatio y permiten comunicaciones de hasta 50 Km con antenas parabólicas o equipos de radio apropiados. Existe también una variante de éste llamada 802.11g+ con la que se alcanza transferencias de hasta 108Mbps, pero con el inconveniente que sólo funciona en equipos del mismo fabricante.
- **IEEE802.11h:** Es una modificación sobre el estándar 802.11 para WLAN que intenta resolver los problemas derivados de la coexistencia de las redes 802.11

con sistemas de radar o satélite. Pretende minimizar el impacto de abrir la banda de 5 Ghz, utilizada especialmente en sistemas militares.

- **IEEE802.11i:** diseñado para combatir la vulnerabilidad en la seguridad de protocolos de autenticación y codificación en redes WIFI.
- **IEEE802.11j:** Es equivalente pero con regulación japonesa al estándar 802,11h.
- **IEEE802.11k:** permite a los conmutadores y puntos de acceso inalámbricos calcular y valorar los recursos de radiofrecuencia de los clientes en una red WLAN, de esta forma mejora su gestión. Por eso, deben ser compatibles los adaptadores, tarjetas WLAN con los puntos de acceso y conmutadores WLAN.
- **IEEE802.11n:** generación de WLAN que introduce tecnología MIMO y ciertas mejoras en la capa física para obtener tasas de transferencias superiores a los 100 Mbps. Gracias a la utilización de la tecnología MIMO, se pueden utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos debido a la incorporación de diversas antenas. Este estándar puede trabajar en dos bandas de frecuencia: 2.4 GHz y 5 GHz. Por este motivo, 802.11n es compatible con todos los dispositivos basados en las ediciones anteriores de WIFI.
- **IEEE802.11p:** a éste estándar también se le denomina WAVE (Acceso Inalámbrico para el Entorno Vehicular). Está diseñado para el sector del automovilismo, sobre todo para ambulancias y vehículos especializados. Opera en la banda de frecuencia de 5.9 GHz y 6.2 GHz.
- **IEEE802.11r:** permite a la red establecer los protocolos de seguridad que identifican a un dispositivo en el nuevo punto de acceso antes de abandonar el actual. Esto hace que la demora en cambio de nodo sea pequeña y permite que no haya cortes perceptibles.
- **IEEE802.11v:** Permite la configuración remota de los dispositivos cliente. Esto permite una gestión de las estaciones ya sea de forma centralizada o distribuida y también incluye la capacidad de la red para supervisar, configurar y actualizar las estaciones cliente.
- **IEEE802.11w:** incrementa la seguridad en la gestión de tramas protegidas.
- **IEEE802.11y:** extensión únicamente para EEUU que permite operar en la banda de 3650 a 3700 MHz.

En general, todas las versiones de IEEE802.11x son compatibles entre sí, de forma que el usuario sólo necesita un adaptador WIFI integrado para conectarse a la red. Ésta

es la principal ventaja que tiene esta tecnología sobre otras tecnologías propietarias, como puede ser LTE (Evolución a largo plazo), UMTS(Sistema de Telecomunicación Móvil Universal) o Wimax (Interoperabilidad Mundial para Acceso a Microondas).

4.5.3 Topología de la red

La topología de la red es la forma física en la cual los dispositivos de red se interconectan entre sí sobre un medio de comunicación. Existen varias topologías de la red y a continuación se hace una pequeña descripción de cada una de ellas:

- **Topología de Bus:** usa un dorsal principal con los equipos interconectados entre sí. En estas topologías varios equipos no pueden transmitir en el mismo instante y por esto esta red es fácil de instalar y de extender. En nuestro caso, no nos interesa esta tipología para la instalación en nuestra vivienda por lo citado.
- **Topología en anillo:** todos los dispositivos están conectados al cable de la red uno tras otro formando por lo tanto un círculo físico. El sistema inalámbrico no le viene bien este tipo de infraestructura.
- **Topología en malla:** cada dispositivo está conectado a todos los demás. Debido al gran número de conexiones y a la longitud del sistema, esta topología es difícil de instalar y costosas económicamente. Tampoco nos interesa esta topología en nuestro sistema.
- **Topología de árbol:** todos los dispositivos están conectados a un sistema central y la conexión entre ellos se realizarán mediante hubs.
- **Topología en estrella:** será la topología utilizada en nuestra infraestructura ya que todo el sistema se centrará en la estación central y distribuirá la señal inalámbrica a todos los componentes de la vivienda. El punto de distribución estará en el medio de vivienda y a este se podrán conectar tanto los equipos con conexiones inalámbricas (ordenadores, tablets, móviles, televisiones...) como los repetidores de la señal que se colocarán en las plantas donde no esté el router para dar mayor servicio a la instalación. La topología será muy fácil de expandir pero su principal problema será la conexión central, ya que si a esta le ocurriera alguna cosa, toda la instalación se vendría abajo.

4.5.4 Elementos necesarios en la red

La infraestructura de la red de área local tendrá los siguientes elementos:

- **Router:** también llamado enrutador o encaminador de paquetes es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel 3 en el modelo OSI. La función principal es enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, interconectando subredes (conjuntos de máquinas IP que se pueden comunicar sin la intervención de un enrutador y que por tanto tienen prefijos de red distintos). Para expandir la señal inalámbrica a la vivienda se colocará un router WIFI que trabajará en el estándar IEEE802.11n en la banda de los 2.4 GHz, ya que es la adecuada para instalaciones de estas características. El router elegido soporta compilación IEEE802.11b/g/n estándar y da una alta velocidad de transmisión por encima de los 300Mbps. Este dispositivo se puede utilizar como router, punto de acceso, wisp y bridge. Incluye 4 puertos LAN para poder conectarse mediante cable si se desea. Tiene entrada con puertos Ethernet de 5 RJ45 a 10/100 Mbps, 1 WAN y 4 LAN. El rango de frecuencias al que trabajará es de 2.4 – 2.483 GHz. La potencia de salida es de 23 dBm más/menos 1.5 dBm a la velocidad de 300Mbps. La sensibilidad a recibir será de -73 dBm. Este router dispone de dos antenas para una mejor emisión de la señal. Este router se instalará en la 2a Planta, ya que como se ha mencionado anteriormente, se dará servicio WiFi a la 1a, 2a y 3a Plantas del edificio. En el plano de la instalación WIFI se puede observar con claridad la situación en la vivienda.
- El cable utilizado para conectar la red desde la toma de usuario hasta el router será tipo UTP (Par Trenzado no Blindado), categoría 5 sin apantallar, con conexiones RJ45. El cable soportará conexiones de 300Mbps y será de 1 metro de longitud.
- Se instalarán en la vivienda 2 repetidores y amplificadores de señal WIFI LAN a 300Mbps. Este dispositivo conseguirá una red fiable y de calidad, aumentando de forma rápida y sencilla la distancia de funcionamiento de las redes WIFI. Gracias a estos dispositivos permitirán ampliar la red inalámbrica usando múltiples puntos de acceso sin necesidad de una central cableada para conectarlos. Este dispositivo funciona con los protocolos IEEE802.11n/g/b. Se seleccionará el canal inalámbrico automáticamente y el rango de frecuencias irá desde los 2.4 a los 2.4835 GHz. Este dispositivo también cuenta con un puerto LAN Ethernet de 10/100 Mbps. Se instalarán dos dispositivos en toda la vivienda, conectándose en

la 1a Planta en el salón y en la 3a Planta en el estudio. La distribución se puede observar en el apartado de los planos.

4.5.5 Estructura de distribución de la red

Se ha optado por esta distribución de un router situado en la 2a Planta y de 2 amplificadores de señal en las otras dos plantas que se quiere dar servicio de conexión ya que con un solo router no es suficiente. Después de los estudios realizados, solamente con el router en la planta de abajo no se podía asegurar una potencia mínima de -90dBm en toda la estancia inferior y tampoco en la superior. Se observó que las estancias que están más cerca de la escalera sí que se podía conseguir pero en las otras no. De esta forma, con dos amplificadores y un router se puede dar servicio si se colocan los dispositivos estratégicamente ya que las plantas no son demasiado grandes (sólo 64m²). La mayor desventaja de esta distribución es que si falla el router se vendrá abajo toda la instalación, dejando sin servicio WIFI en toda la vivienda. Como se trata de amplificadores, solo se tendrá una dirección de subred y una dirección de IP para toda la instalación. Por otro lado, el router dispone de 13 canales disponibles, con lo que nuestro edificio después de observar las señales interferentes se ha decidido utilizar el canal 6 con una frecuencia de 2437 MHz.

Con estos dispositivos y teniendo en cuenta la situación de estos según los planos mostrados, la potencia mínima que se obtiene en cada estancia de la vivienda se muestra a continuación (solo se va a considerar las estancias con uso habitual de conexión, dejando sin calcular estancias como baños, cocina, vestidor y galería):

Estancia de la vivienda	Potencia media recibida (dBm)
1a Planta	
Salón	-71 dBm
2a Planta	
Dormitorio 1	-58 dBm
Dormitorio 2	-56dBm
Estudio	-55 dBm
3a Planta	
Dormitorio	-69 dBm

Estudio	-74dBm
Terraza	-83 dBm

5 BIBLIOGRAFÍA

[1]. Catálogo 2013/2014 infraestructuras común de telecomunicaciones de la empresa TELEVÉS.

[2]. Página web de la compañía Intelsa en el apartado que es una ict.
<http://www.instelsa.es/servicios/telecomunicaciones/i-c-t/que-es-la-ict.html>

[3]. Apuntes asignatura Proyectos, “Tema 5: Ejercicio libre de la profesión” curso 2010/2011; Profesora Xelo Part Escrivá de la carrera, Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia campus de Gandía.

[4] <http://www.televisiondigital.es/Ciudadano/Paginas/cobertura.aspx> y página web TDT 1, canales TDT Ontinyent-Xàtiva, actualizado el 10 de Julio del 2013.

[5]. Página web: <http://www.dishpointer.com/>, con la localización del edificio en Bocairent, Spain: Latitude 38,7665 y Longitude: -0,6110.